MEDEDEELINGEN

VAN DE

LANDBOUWHOOGESCHOOL

EN VAN DE DAARAAN VERBONDEN INSTITUTEN

ONDER REDACTIE VAN DEN
SENAAT DEZER INRICHTING

DEEL 31

H. VEENMAN & ZONEN - WAGENINGEN - 1927

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/mededelingen-landbouwhogeschool-wageningen_1927_31

INHOUD.

1. Ir. R. VERSCHUUR: De verandering van de rotatie en van het geleidend vermogen van enkele suikers in waterige oplossing met en zonder boorzuur.

2. D. L. ELZE: De verspreiding van virusziekten van den aardappel (Solanum tuberosum L.) door insecten.

3. J. H. L. JOOSTEN: Een onderzoek naar het kenmerk der „draadloosheid" bij verschillende boonenrassen.

4. Prof. J. VAN BAREN, unter Mitwirkung von Dr. J. HOFKER, Dr. C. H. OOSTINGH, Dipl. Ing. K. VOLKERSZ und Prof. Dr. C. A. WEBER: Düne und Moor bei Vogelenzang. Beitrag zur Frage der quartären Niveauveränderungen an der holländischen Nordseeküste.

5. Prof. Ir. B. VAN DER BURG en Dr. W. VAN DAM, met medewerking van Ir. C. A. KOPPEJAN, K. G. STAAL en C. PIJPER: Rapport over proefnemingen met de electrische wrongelroermachine voor de boerderij.

6. Prof. Ir. B. VAN DER BURG, Ir. C. A. KOPPEJAN en K. G. STAAL: Onderzoekingen in verband met de bereiding van volvette kaas op de boerderij.

7. M. J. VAN UVEN: Beoordeeling van het verschil tusschen twee variëteiten op grond van een waargenomen opbrengstverschil.

8. Prof. Dr. D. VAN GULIK: Het registreeren der bestraling van het aardoppervlak.

De verandering van de rotatie en van het geleidend vermogen van enkele suikers in waterige oplossing met en zonder boorzuur.

Door Ir. R. Verschuur.

INLEIDING.

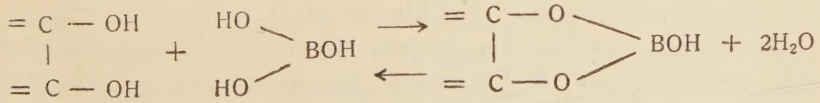
Over het gedrag van Boorzuur, meer in het bijzonder van boorzure zouten t. o. van polyvalente alcoholen, waren verschillende waarnemingen bekend [1]), toen dit onderwerp door MAGNANINI [2]) werd ter hand genomen en de verandering van het geleidingsvermogen werd gemeten, welke optreedt bij het samenvoegen dier stoffen. De methode van onderzoek door hem toegepast voor de bepaling van het geleidingsvermogen was de bekende, die door KOHLRAUSCH [3]) uitvoerig beschreven is.

Bovengenoemde waarnemingen vervolgende, werd in 1911 door BÖESEKEN [4]) de studie dezer verschijnselen voortgezet en de grondslag gelegd voor een lange reeks onderzoekingen, door hem en zijne leerlingen verricht.

De indruk door de eerste artikelen van BÖESEKEN gewekt, wordt volkomen weergegeven door een artikel van IRVINE and STEELE [5]), waarin zij schrijven: "In a striking and suggestive paper [6]), BÖESEKEN has shown, that the exaltation in specific rotation, shown by certain polyhydroxycompounds in the presence of boric acid, is always accompanied by a notable increase of conductivity."

BÖESEKEN en zijn leerlingen toonden n.l. aan, dat verschillende verbindingen, die de OH-groep meermalen bevatten, meer of minder sterk het geleidend vermogen van boorzuur vermeerderden. Tevens kon hij in enkele gevallen met behulp van den electrometer van LIPPMAN aantoonen, dat zich sterker zuren vormden [7]), indien het geleidend vermogen sterk werd vermeerderd, door het toevoegen van genoemde verbindingen aan het boorzuur.

Steunende op de veronderstellingen van VAN 'T HOFF [8]), dat 2 stoffen zich zullen kunnen verbinden, indien zich daarbij 5- of 6-ringen kunnen vormen, ware de reactie met boorzuur door de volgende voorstelling in beeld te brengen:



waarbij dan hier een heterocyclische 5-ring ontstaat [9]). De al- of niet-vorming van dergelijke cyclische verbindingen zou dan parallel loopen met het al of niet veranderen van het geleidend vermogen, bij het samenbrengen van boorzuur en de te onderzoeken stof.

In een 10-tal jaren zijn door BÖESEKEN en zijn leerlingen tal van stoffen in dit verband onderzocht, waarvan een uitvoerig litteratuur-overzicht werd gegeven door BÖESEKEN en COUVERT [10]), terwijl voorts het studiemateriaal belangrijk werd uitgebreid door de onderzoekingen van VAN LOON [11]), DERX [12]), HERMANS [13]) en COOPS [14]). Op grond van de resultaten door deze onderzoekers verkregen, moeten we aannemen, dat verbindingen, die minstens bevatten: 2 OH-groepen, 1 OH- en 1 COOH-groep, 1 OH- en 1 CO-groep, 2 carboxyl- of 2 carbonylgroepen, in het algemeen in meer of mindere mate het geleidingsvermogen van boorzuur kunnen verhoogen. BÖESEKEN maakte hierbij de beperking, dat deze groepen liefst moeten gebonden zijn aan aangrenzende koolstofatomen. Voorts neemt BÖESEKEN aan, dat gelijknamige groepen in het molecule elkander zullen afstooten en dat boorzuurcomplexen vooral dan gemakkelijk zullen ontstaan als de reageerende groepen met de C-atomen, waaraan zij gebonden zijn, zich nagenoeg of geheel in één vlak bevinden.

Al naar den aard der binding zullen de verschillende groepen in het molecule meer of minder bewegingsvrijheid bezitten, dientengevolge meer of minder gemakkelijk gevolg kunnen geven aan de invloeden van onderlinge aantrekking of afstooting. Waar we moeten aannemen, dat de beweeglijkheid om de C-C binding der alifatische verbindingen vrij groot kan zijn, zal zulks bij de groepen gehecht aan den benzolkern veel geringer zijn, omdat die groepen in het vlak van den ring liggen.

Bij de verzadigde ringsystemen zullen we ook een mindere beweeglijkheid moeten veronderstellen dan bij de niet-ringvormige alifatische lichamen. De aangehechte groepen liggen niet in het vlak van den ring (5-ring bijv.) en zullen we gemakkelijk ringsluiting moeten verkrijgen, indien beide OH-groepen aan denzelfden kant gelegen zijn van het vlak van den ring (cis-verbinding, zie hieronder).

Op grond van het b.s. is vrij ongedwongen te verklaren, dat glycolen, die 2 C-atomen bevatten niet gemakkelijk

complexe boorzuurverbindingen zullen vormen, immers door de vrijheid van draaiing der C-atomen om de C-C-binding kunnen de gelijknamige groepen gevolg geven aan de onderlinge afstooting en zich voor de vorming van een complexe verbinding in een ongunstigen stand plaatsen. Positieve beïnvloeding van het geleidingsvermogen van boorzuur heeft hier dan ook niet plaats of alleen onder bepaalde voorwaarden (fig. 1).

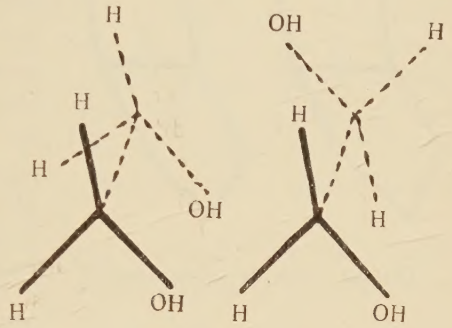


Fig. 1.

Met de vermeerdering van het aantal OH-groepen in het molecule neemt ook de kans op vorming van een complexe verbinding met boorzuur toe. In tabel 1 [15]) komt zulks duidelijk naar voren in de groote toename, die het geleidend vermogen van het boorzuur ondergaat, door toevoeging van de genoemde stoffen.

TABEL 1.

		Conc/Mol.	△	
Boorzuur +	glycerine .	0,5	9	△ = toename van het gel. verm., d.i. het verschil van het gemeten gel. verm. van het mengsel en de som van de waarden voor het gel. verm. der componenten, steeds in gelijke concentratie bepaald.
	erythriet. .	0,5	64	
	manniet . .	0,5	681	
	dulciet . . .	0,5	717	
	sorbiet . . .	0,5	794	

Beschouwen we nu echter geen verzadigde verbindingen met open keten, doch lichamen met een gesloten ring.

In den verzadigden 5-ring moeten we aannemen, dat de ringatomen zich nagenoeg voortdurend in het vlak van den ring zullen bevinden. De OH-groepen dezer glycolen zullen zich nu of beide aan ééne zijde van het vlak van den ring kunnen bevinden (cis-positie) of wel iedere groep aan een andere zijde van het ringvlak (transpositie).

De beweeglijkheid dezer OH-groepen is nu door de ringverbinding zeer belemmerd. Beschouwen we de figuren der

cis-cyclopentaandiolen en trans- cyclopentaandiolen, (fig. 2), dan is op grond van het b.s. duidelijk in te zien dat de cis-verbinding aanleiding zal kunnen geven tot een complexe boorzuurverbinding, terwijl zulks bij de trans-verbinding niet zal geschieden, door den ongunstigen stand der OH-groepen. Hetzelfde verschijnsel zien we optreden bij de cis-hydrindeendiolen 1.2 en de transhydrindeendiolen 1.2. (fig. 3), waar de cis-verbindingen ook complexe boorzuur-verbindingen vormen, de transdito's niet.

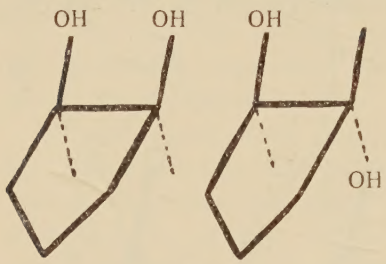


Fig. 2.
Cis- en trans cyclopentaandiol.

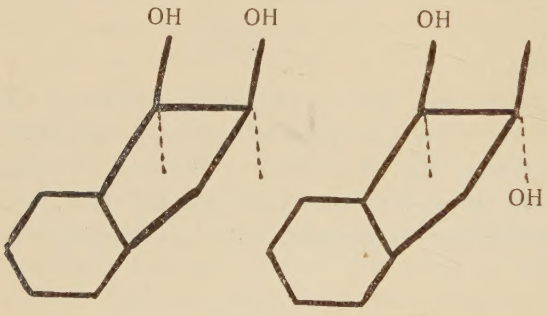


Fig. 3.
Cis- en trans-hydrindeendiol. 1.2.

Tabel 2 [16]) geeft de vermeerdering weer, die het geleidend vermogen van boorzuur ondergaat, bij het samenbrengen met de aangegeven stoffen.

Duidelijk blijkt de invloed, dien de stand der OH-groepen oefent op het totstandkomen eener complexe verbinding met boorzuur,

TABEL 2.

	Conc/Mol.	△ 16)
Cis-cyclopentaandiol 1,2	0,5	149
Trans- „ 1,2	0,5	—
Cis-hydrindeendiol 1,2	1/7	63
Trans- „ 1,2	1/7	—

terwijl tevens blijkt, dat de samenstelling van het overige deel van het molecule slechts van secundaire beteekenis is.

Onderzoeken we nu de cyclohexaandiolen op dezelfde wijze, dan zien we een duidelijk verschil optreden. Hierbij toch valt het verschil in gedrag t.o. van boorzuur tusschen trans- en

cis-diolen bijna geheel weg; geen van beide vormen gaat een verbinding aan met boorzuur. [17]) Om dit plotseling afwijkende gedrag te verklaren maakte DERX [18]) gebruik van de berekeningen door SACHSE [19]) verricht over den stand der C-atomen in de ruimte, bij een verzadigden 6-ring, waarbij hij uitging van de hypothese van VAN 'T HOFF, dat de affiniteiten der C-atomen $\angle\angle$ van 109° 28′ met elkaar maken. DERX toonde dan aan, dat bij een 6-ring model volgens SACHSE 2 verschillende vormen kunnen optreden en wel:

1°. de z.g.n. „starre vorm", door BÖESEKEN „la position de chaise" genoemd (Fig. 1). Bij dit model liggen de C-atomen in 2 evenwijdige vlakken en wel de atomen 1, 3 en 5 in het ééne en 2, 4 en 6 in het andere vlak. Een vlak van symetrie is hier niet aan te brengen. Zoowel de 1,2 cis- als de trans-diolen kunnen een ongunstigen stand innemen voor de vorming van complexe verbindingen met boorzuur.

Fig. 4.

2°. De meer flexibele vorm „position de lit", waarbij de C-atomen gerangschikt zijn zooals fig. 2 aangeeft. Een vlak van symetrie is aanwezig en is het duidelijk, dat 2 OH-groepen aan de atomen 5, 6 of 2,3 met deze atomen in het vlak gelegen kunnen zijn.

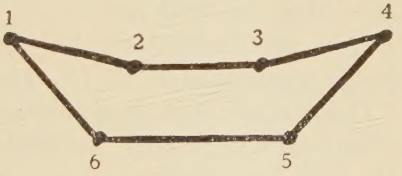


Fig. 5.

Naast beide genoemde standen zijn nog tal van andere mogelijk, zoodat de beweeglijkheid van den 6-ring grooter is dan die van den 5-ring. Daar nu echter geen complexe verbinding met boorzuur wordt gevormd, neemt DERX aan, dat het hexaandiol in den „starren vorm" voorkomt in waterige oplossing en dat het evenwicht

starre vorm $\rightleftarrows$ flexibele vorm

zal afhangen van temperatuur en milieu. Als bewijs hiervoor moet dan gelden, dat cis-cyclohexaandiol met aceton in zoutzure oplossing wèl een complexe verbinding vormt. In dit milieu zou dan een flexibele vorm optreden [20]).

Hiermede verwierp DERX de verklaring gegeven door BÖESEKEN [21]), die voor den 6-ring een „certaine souplesse" aannam,

waardoor de OH-groepen, tot zekere hoogte vrij waren, gevolg te geven aan de onderlinge afstootende werking, zooals mogelijk bij de alifatische glycolen.

HERMANS [22]) kon zich echter niet vereenigen met deze z. i. gedwongen verklaringen van DERX, als zou in genoemde oplossing uitsluitend de rigide configuratie bestaan. Zijn kritiek op DERX strekt zich tevens uit tot diens verklaringen over het gedrag der cycloheptaandiolen.

Uit tabel 3, die de toename van het geleidend vermogen in tegenwoordigheid van boorzuur weergeeft, zien we, dat zoowel bij het cis- als bij het trans- cycloheptaandiol het geleidend vermogen in positieven zin wordt beïnvloed door het boorzuur. Deze invloed is bij de cis- verbinding belangrijk sterker dan bij de transverbinding, zoodat we moeten aannemen, dat in beide verbindingen de OH-groepen blijkbaar een „gunstige" ligging kunnen hebben. De mogelijkheid daartoe wordt gegeven door de grootere beweeglijkheid in den 7-ring. Om nu het gedrag van het cis-7-diol te verklaren, neemt DERX aan, dat de fractie „gunstig" georiënteerde moleculen (volgens HERMANS [23]) = K_1) zeer klein is, doch gezien de toename van het geleidend vermogen met boorzuur, het gevormde boorzuurcomplex een hooge zuurgraad bezit (K_3 groot). *)

TABEL 3.

	△
cis- cycloheptaandiol	+ 138
trans- „	+ 46

Ook tegen deze voorstelling komt HERMANS [24]) op. Immers is het niet in te zien, dat analoog geconstitueerde verbindingen als het cis-5-diol, zich zoo geheel anders zouden gedragen, terwijl verder geen steun wordt geleverd voor de opvatting, dat het cis-6-diol voornamelijk in de „starre" vorm zou moeten optreden.

HERMANS geeft dan een andere verklaring, berustend op de onderstelling, dat een bepaalde configuratie des te sterker zal zijn vertegenwoordigd, naarmate zijne potentieele energie

*) (Door HERMANS werden de volgende evenwichtsvergelijkingen opgesteld:

$$K_1 = \frac{\text{conc. gunstige mol.}}{\text{conc. alle mol.}}; \quad K_2 = \frac{\text{complexzuur}}{\text{diol (gunstig) x boorzuur}}$$

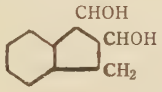
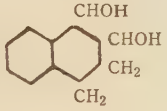
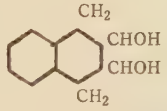
$$K_3 = \frac{[H]^2}{\text{complexzuur}}\Big).$$

kleiner is. Hij toont dan de mogelijkheid eener kleinere K_1 voor het cis-6-diol aan en die van een grootere K_1 voor de 7-diolen. Voor den 7-ring lukt het hem echter niet, als voor den 6-ring, aan te toonen, dat de „gunstige" configuratie bij de cycloheptaandiolen bevoorrecht zijn, daar de berekeningen te ingewikkeld worden.

Van belang was nog het resultaat door HERMANS [25]) verkregen met de hydrobenzoïnen eenerzijds en het cis-1.2 hydrindeendiol, cis-1.2 tetrahydronaphtalinediol en cis-2.3 tetrahydronaphtalinediol anderzijds.

Zooals tabel 4 aangeeft kon hij verband leggen tusschen de beïnvloeding van het geleidend vermogen van boorzuur en de grootte der evenwichtsconstante.

TABEL 4.

	conc (mol)	$\Delta \times 10^6$	K	
I 1.2 hydrindeendiol 	$\frac{1}{7}$	+ 63	10.7	18°
II 1.2 tetrahydronaphtalinediol 	$\frac{9}{100}$	+ 7	6.49	18°
III 2.3 „ „ „ 	$\frac{1}{20}$	± 0	3.30	18°
IV *i* $C_6H_5 - C^H_{OH} - C^H_{OH} - C_6H_5$	$\frac{1}{7}$	− 1	0.44	25°
V *rac.* „ „ „ „	$\frac{1}{7}$	+ 10	8.56	25°

Voor de onder IV en V genoemde verbindingen is het gedrag eenvoudig te verklaren, indien men de overeenkomstige projecties A en B dezer verbindingen beschouwt (fig. 6). Neemt men nu aan, dat de onderlinge afstooting der phenylgroepen sterker is dan die der OH-groepen dan zullen deze laatste voor de rac.-verbinding B veel gunstiger komen te liggen dan

zulks bij het inactieve isomeer A het geval is. Volgens HERMANS zou dit verschillend gedrag voor de gevallen II en III echter

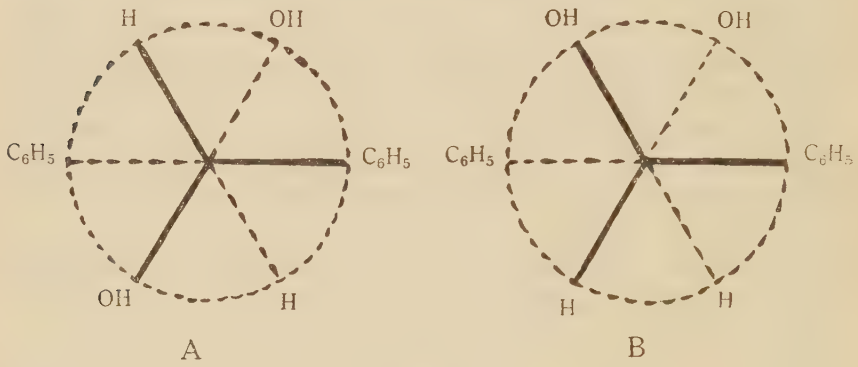
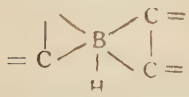


Fig. 6.

niet te verklaren zijn. BÖESEKEN [26]) wijst er evenwel op, dat deze gevoegelijk zou kunnen worden toegeschreven aan den invloed, die de naburige phenylgroep zeer zeker zal kunnen uitoefenen op den stand der OH-groepen.

Door COOPS [27]) werd nog op indirecte wijze de onderlinge afstootende werking der OH-groepen aangetoond doordat het hem gelukte te bewijzen, dat de tartrimiden met OH-groepen in cis-stand een grootere verbrandingswarmte hebben, dan de overeenkomstige transverbindingen.

Uit de onderzoekingen van HERMANS [28]) volgt dat de verbindingen, die het boorzuur aangaat met polyvalente alcoholen niet uitsluitend zijn te beschouwen als verbindingen, afgeleid van een 3-waardig borium: B-OH , doch dat tevens complexe verbindingen kunnen ontstaan van 5-waardig borium:  [29]) en zou de grootere aciditeit van de complexe boorzuurverbinding kunnen worden toegeschreven aan den overgang van het 3-waardige borium in het 5-waardige. Van dit type verbindingen werden verschillende afgezonderd o.a. het disalicyloboorzuur, dat met behulp van strychnine werd gesplitst in zijne optische antipoden [30]).

Hoe we verder de verbinding met het boorzuur hebben op te vatten, is nog niet te beslissen. Wat betreft de binding van boorzuur met manniet heeft GRÜN [31]) zich reeds uitgesproken tegen de opvatting, als zou daarbij esterbinding plaats hebben. Terecht merkt COOPS [32]) hieromtrent op, dat bij de verestering van het zwakke boorzuur deze verestering zou moeten plaats hebben in een zeer korten tijd. Immers werd nooit de invloed van den tijd gemeten, die moest bestaan in verband met het bereiken van een evenwichtstoestand. Meer bevredigend is dan ook de opvatting, dat 1 molecule boorzuur zich bindt met een of meer moleculen der organische stof, door middel van nevenvalenties tusschen het boorzuuratoom en de beide O-atomen uit de zuurstof-houdende groepen. Door uitbreiding der studie der complexe boorzuurverbindingen en door te trachten verband te leggen tusschen deze en analoge acetonverbindingen, zooals door BÖESEKEN en DOMINISSE [33]) voor het trimetylglycerose is geschied, zullen besluiten met betrekking tot de constitutie van verschillende dier verbindingen, met meerdere zekerheid genomen kunnen worden.

Zoo kunnen we vrij zeker zeggen, dat verbindingen, die 2 of meer OH-groepen aan naburige C-atomen zoodanig gebonden bezitten, dat zij elkaar dicht genoeg kunnen naderen, zeer zeker complexe verbindingen met boorzuur zullen aangaan, indien men hen slechts in voldoend sterke concentratie samenbrengt.

Afgezien van de waarde dezer onderzoekingen voor de vaststelling van de configuratie der organische polyhydroxyverbindingen, heeft men hierin een methode ter onderscheiding van alifatische α oxy- en α-ketozuren van de overige oxy- en ketozuren, de o-dioxybenzolderivaten van de meta- en paraverbindingen.

Ook zal het onderscheid in gedrag tusschen de cis- en de trans-diolen der verzadigde 5-, 6- en 7-ringsystemen in verband kunnen gebracht worden met den aard der ringverbindingen in de suikers en met de omleggingen, die OH-groepen kunnen ondergaan, zooals bij inversie en de mutarotatie van suikers.

Het is het gedrag van enkele monosen en de belangrijkste biosen tegenover boorzuur, dat het onderwerp heeft uitgemaakt van deze onderzoekingen. Naast het gedrag tegenover

boorzuur, werd ook beproefd de verandering van het geleidingsvermogen te meten, van de zuivere suikers, *zonder* boorzuur toe te voegen aan de opgeloste suikers. Daar toch de meeste suikers na oplossen in water verandering ondergaan, die we met den polarimeter kunnen vervolgen (verschijnsel van de z.g.n. mutarotatie) en die daarin bestaat, dat de beide vormen, waarin de suiker in waterige oplossing bestaat, in elkaar overgaan tot een bepaalde evenwichtstoestand bereikt is,

$$\alpha \text{ vorm} \rightleftarrows \beta \text{ vorm}$$

was de veronderstelling geoorloofd, dat die overgang in waterige oplossing, eveneens te volgen kon zijn door meting van de weerstandsverandering met den tijd, zonder dat boorzuur aan de oplossing behoefde te worden toegevoegd. Voorwaarde hiervoor behoefde slechts te zijn, dat de waarden voor het geleidend vermogen van α- en β-vorm in voldoende mate onderling verschilden en geen nevenprocessen optraden die de metingen zouden kunnen storen.

Het onderzoek naar het gedrag van enkele suikers in tegenwoordigheid van boorzuur door BÖESEKEN [34]) ter hand genomen, werd voortgezet door COUVERT [35]), die behalve van de α-glucose, de fructose, de xylose, de rhamnose en de mannose, tevens het gedrag naging van de α- en β-metylglucosiden, de tetrametyl- α- en β-metylglucosiden en de gewone α- en β-tetrametylglucose. Hierbij vindt COUVERT, in tegenstelling met IRVINE [36]), die voor het tetrametyl-α-metylglucoside in boorzuur een toename van het geleidend vermogen waarneemt, dat geen der beide glucosiden in water of boorzuur verandering van het geleidend vermogen ondergaat. Het geleidend vermogen van tetrametylglucose, dat volgens IRVINE ook sterk toeneemt in boorzuuroplossing, ondergaat volgens COUVERT daarentegen sterke vermindering daarin.

De constanten, voor het verloop van de mutarotatie en voor de verandering, die het geleidend vermogen ondergaat, vond COUVERT bij alle door hem onderzochte suikers gelijk aan elkaar voor elke suiker en tevens als een „constante". Hierop zal ik nog gelegenheid hebben nader terug te komen, in verband met de door mij verkregen resultaten voor glucose en fructose.

HOOFDSTUK I.

DE METING VAN HET GELEIDINGSVERMOGEN.

De meting van het geleidingsvermogen geschiedde met behulp van de brug van WHEATSTONE, op de wijze zooals zij uitvoerig is beschreven door KOHLRAUSCH [1]).

De 2 weerstandsbanken, die werden gebruikt, waren van de firma HARTMANN en BRAUN, met bifilair gewikkelde spoelen; zij waren achter elkaar geschakeld en bezaten resp. 11 000 en 10 000 Ω weerstand.

In plaats van de aanvankelijk gebezigde gestrekte draad, werden de metingen van de later te vermelden proeven verricht met behulp van een meetdraad, die op een cylinder gewikkeld was, een z.gn. wals [2]). De telefoon werd aan de uiteinden dezer wals geschakeld.

Zeer goed voldeed een inductorium, geleverd door de firma KIPP te Delft, dat, eenmaal gesteld, maandenlang onafgebroken goed functioneerde.

Het benoodigde geleidingswater werd op zeer eenvoudige wijze verkregen, door éénmalige distillatie van leidingwater.

Hiervoor werd nevenstaand toestel uit den handel gebruikt, waarvan de werking geen uitvoerige toelichting behoeft. De buis *C* is van tin en bevat aan de flens B vast verbonden de spathelm.

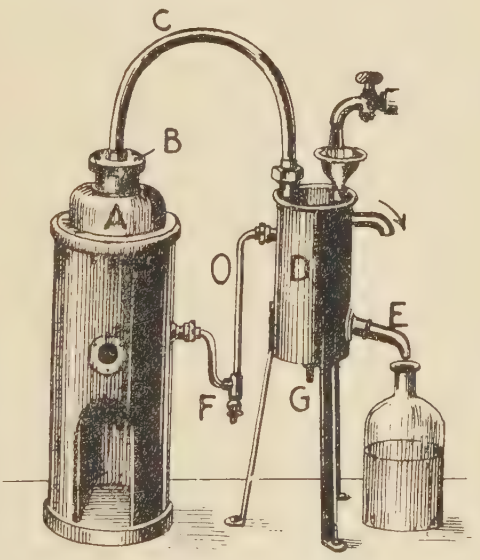


Fig 7.

Vóór het in gebruik nemen wordt vat A uitgekookt met HCl, teneinde bij het soldeeren eventueel gebruikte vloeimiddelen, als boraten, te verwijderen. Daarna wordt de slang der waterleiding verbonden aan F, na de communiceerende buis O aan de binnenzijde van D te hebben afgesloten met een kurk en zoo 't vat A, spathelm B en stijgbuis C met de daaraan verbonden koelslang in D en uitloop *E* flink doorgespoeld. Daarna vult men vat A gedeeltelijk met water en brengt dit aan de kook en stoomt buis C en de koelslang uit (alsdan bevindt zich geen koelwater in 't koelvat D).

Daarna maakt men het toestel leeg en vult A met water, terwijl we door F een paar honderd cc^3 barytwater in A brengen. Daarna wordt de kurk uit buis O verwijderd en kan met destilleeren begonnen worden. Geregeld wordt een proefje van het destillaat direct opgevangen in een weerstandvaatje. Zoodra de gevonden waarde voor het geleidingsvermogen goed blijkt te zijn wordt het destillaat opgevangen in de voorraadsflesschen. Hiervoor kan men van binnen geparaffineerde flesschen gebruiken ofwel kwartskolven, die het beste voldoen. Gedurende de destillatie bevindt zich een natronkalkbuis in den stop.

Met dit toestel werd jarenlang gewerkt en zonder eenigen verderen bijzonderen voorzorgsmaatregel steeds water verkregen dat een geleidingsvermogen bezat van $1{,}6 - 1{,}8 \times 10^{-6}$. (Zie KOHRAUSCH. l. c.)

De door mij gebruikte weerstandsvaten waren eenvoudige vaatjes volgens OSTWALD (zie Kohlrausch l. c. blz. 16, fig. 6) en dompelelectroden (l. c. blz. 19, fig. 15). Zij waren vervaardigd van resistent glas, werden geregeld gereinigd met bichromaat en zwavelzuur en herhaaldelijk uitgestoomd. Om eventueele invloeden van het glas te ontgaan, werd getracht een vaatje te doen vervaardigen van kwarts. Het bleek echter niet mogelijk de platinacontacten voldoende vocht-dicht in de kwartsbuisjes in te smelten. Voor nauwkeurige metingen bleek het noodig de invulhoogte der vaatjes te merken, opdat men steeds tot dezelfde hoogte kon vullen.

Het gebruik van geplatineerde electroden in de weerstandsvaatjes was niet mogelijk. De suikeroplossingen toch hebben zeer grooten weerstand; bovendien worden de suikers aangetast door den electrischen stroom, ook al bezigen we zwakke wisselstroomen; duidelijk kon dit verschijnsel worden aan-

getoond uit 't snel verminderen van den weerstand van suikeroplossingen, bij 't gebruik maken van geplatineerde electroden.

Ten einde echter de capaciteiten te bepalen van de vaatjes met blanke electroden, werden de electroden eerst geplatineerd en geijkt met KCl-oplossingen. Na 't ijken werd dan voorzichtig in koningswater snel het pt-zwart opgelost en 't vaatje zoolang uitgestoomd, tot geleidingswater gedurende een dag erin bewaard constant bleef.

Moest de meting uitgestrekt worden over meerdere uren en ging het daarbij om kleine veranderingen, dan moesten voorzorgsmaatregelen getroffen worden, opdat zoo min mogelijk van de oplossing uit het vaatje verdampte en in druppelvorm tegen den wand van het vat weer neersloeg. Vloeiden die druppels ten slotte weer in de vloeistof terug, dan was dikwijls een geringer worden van den weerstand daarvan het gevolg.

Voor het ijken der vaatjes maakten we gebruik van *KCl.* oplossingen, die verkregen waren uit *KCl.* van de F[a] KAHLBAUM, dat door éénmalige praecipitatie uit de waterige oplossing met alcohol, verkregen werd. Een tweede praecipitatie was onnoodig, daar de constante voor het gel. vermogen niet veranderde, na meerdere praecipitaties.

Bij het bepalen van de capaciteit stootte ik voortdurend op de waarneming, dat de waarden voor de capaciteit van een vat, bij gebruik van 1/10 *N.KCl.* opl. en 1/100 *N.KCl.* steeds onderling een afwijking vertoonden in denzelfden zin, zooals wordt weergegeven door onderstaande tabellen.

TABEL 8.

	gecorr. afl.	ber. cap.	
110	546,7	0,1875	
120	525,0	0,1874	
130	505,1	0,1875	*N*/100 *KCl.*
140	486,6	0,1875	
150	469,4	0,1875	
110	568,8	0,1875	

TABEL 9.

10	594,2	0,1886	
20	422,7	0,1887	*N*/10 *KCl.*
15	494,0	0,1886	

Andere bepaling met nieuwe oplossingen:

TABEL 10.

110	546,5	0,1873	*N*/100 *KCl.*
120	515,0	0,1874	
130	504,7	0,1872	
140	486,2	0,1872	
150	469,1	0,1873	
110	546,5	0,1873	

TABEL 11.

20	422,7	0,1886	*N*/10 *KCl.*
15	493,8	0,1884	
10	594,1	0,1885	

De oplossingen werden gemaakt volgens het voorschrift door KOHLRAUSCH en HOLBORN gegeven [3]) en wel zoodanig, dat voor het maken van de *N*/10 oplossing 7,430 gr. *KCl* werd afgewogen, tot 1000 gr. oplossing gemaakt, terwijl de *N*/100 opl. werd verkregen door verdunnen dezer oplossing.

Het was mij niet mogelijk deze afwijking te doen verdwijnen door de opstelling der apparaten onderling te veranderen, of enkele onderdeelen te vervangen door andere instrumenten. In de toeleidingsdraden of in de polarisatie kon de fout ook niet gezocht worden, daar alles gecontroleerd werd. Ten slotte heb ik dit punt laten rusten, wijl het nadere onderzoek daarvan voor mijne resultaten van ondergeschikt belang was.

Intusschen hebben KRAUS en PARKER [4]) aangetoond, dat de fout te vinden is in het voorschrift van KOHLRAUSCH en HOLBORN [5]), waar zij aangeven dat voor de verkrijging van 1/50 en 1/100 *N.KCl* 't afwegen van het *KCl* omslachtig is en dat die oplossingen te maken zijn door de *N*/10 opl. te verdunnen. Tevens wordt in dat artikel erop gewezen, dat 't voorschrift van KOHLRAUSCH en HOLBORN, om voor *N*/10 *KCl* opl. 7,430 gr. *KCl* op te lossen tot 1000 gr. oplossing, foutief is, daar zulks moet zijn: 7,4374 gr.; de fout hierdoor ontstaan bedraagt 0,1 %. Door verdunnen dezer *N*/10 opl. tot de N/100 opl. wordt de fout nog met 0,44 % vergroot; de totale fout kan daardoor 0,54 % bedragen.

De eerste serie proeven uit de boven gegeven tabel geeft een verschil van 0,6 %, bij de tweede serie is dit verschil 0,7 %.

Dat de absolute waarde voor het geleidingsvermogen van *N.KCl.*-oplossing, gegeven door KOHLRAUSCH evenmin vaststaat, blijkt uit de waarnemingen van NEWBERY [6]), die een spec. geleidingsvermogen vindt dat 0,6 % hooger is dan de waarde van KOHLRAUSCH, terwijl EASTMAN [7]) waarden geeft, die resp. 0,11 % en 0,18 % lager zijn dan die van KOHLRAUSCH.

De proeven werden bijna alle genomen bij 25° en daar het geleidingsvermogen der oplossingen sterk beïnvloed wordt door de temperatuur, was een regeling noodig om het bad binnen enge grenzen constant te houden.

Ofschoon verschillende regulateurs in den handel zijn, bevredigde mij nog het meest, een eenvoudig, door ons zelf vervaardigd apparaatje, dat bovendien 't voordeel heeft zeer goedkoop te maken te zijn.

Een van de belangrijkste bezwaren die men ondervindt bij het werken met electrische regulateurs, is wel dit, dat 't zoo moeilijk is de plaatsen waar de stroom verbroken en gesloten moet worden, dus die plaatsen waar vonkvorming optreedt, in zoodanigen staat te houden, dat die contactplaatsen steeds goed blijven functionneeren. Meest toch branden die contacten (tenzij men platina-iridium contacten bezigt) ook bij gebruik van platina, in.

Om die vonkvorming te verminderen werd de volgende inrichting aangebracht (*fig. 8*). De beide lampen A en B dienen voor verwarming van het bad; A bijv. een 25 kaars metaaldraadlamp, hangt tot aan de fitting in het waterbad; de lamp B bijv. een 50 kaars metaaldraadlamp, verwarmt de metalen

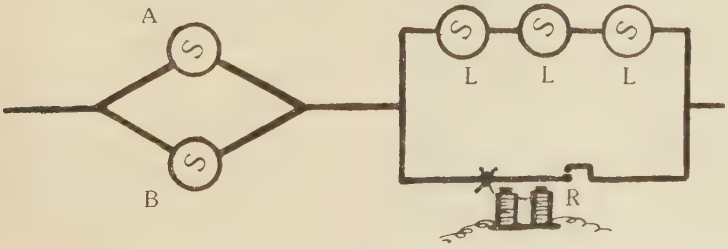


Fig. 8.

bodem van het vat. De stroom splitst zich in een tak door 3 lampen in serie van 25 kaars en in een tak die door een

relais R gaat. Dit relais wordt in werking gebracht door zijn verbinding met een gewone regulateur in het bad, die gevuld is met kwik en aether. Het kwik wordt gedreven in een capillaire buis, waar een verstelbare pt draad contact kan maken met het kwik, dat weer door de stelschroef van den regulateur met het andere contact van het relais verbonden is. De benoodigde stroom wordt geleverd door een kleine transformator, of een element.

Is de temperatuur in het bad te laag, dan zullen dus de lampen A en B sterker gloeien, daar 't relais R contact maakt, zoodat de 3 lampen in serie in den zijketen bijna geen stroom verbruiken en als weerstand dienst doen.

Maakt de regulateur ten slotte contact en sluit hij den stroom in het relais, dan wordt bij R de stroom verbroken, zoodat de 3 lampen sterker gaan gloeien. De groote weerstand in den keten maakt dan, dat de lampen A en B zoo goed als geen stroom verbruiken en dus geen warmte afgeven. Door deze schakeling is de vonkvorming veel geringer, die men nog minder sterk kan maken door 't aanbrengen van een geschikte condensator bij R.

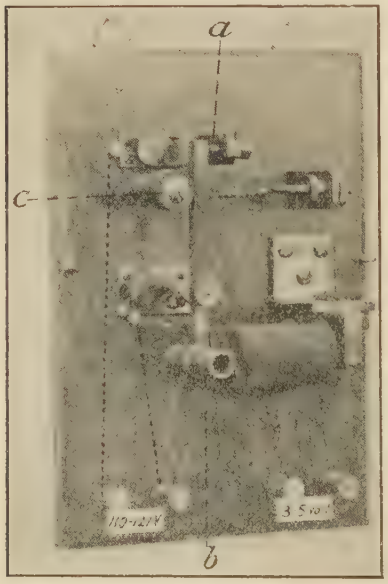


Fig. 9.

Door echter gebruik te maken van contacten van nieuw-zilver met een groote massa [8]), is het gevaar voor slecht worden der contacten belangrijk verminderd. Stukjes metaal ± 8 mm in doorsnede en 3 mm dik, kunnen dan gebezigd worden voor onderbrekingscontacten in leidingen waardoor een stroom van ± 25 ampêre gaat (zie fig. 9).

't Relais R is sterk gelijkend op 't inwendige van een electrische schel. Een koperen arm is scharnierend opgesteld, zoodanig, dat een veer zorgt voor een goed contact der beide nieuwzilverknoppen, (bij *a*), waarvan één op den arm gesoldeerd is. Maakt de regulateur

in het bad contact, dan wordt de wisselstroom in de beide klossen van het relais gesloten, hetwelk dan een week ijzeren buisje (*b*) dat aan den koperen arm bevestigd is, aantrekt en daarmede de contacten bij *a* verbreekt. De sterkte van den wisselstroom en de spanning van de veer moet men op elkaar instellen. Door 't gebruik van wisselstroom zou de arm kunnen gaan ratelen, hetgeen belet wordt door 't aanbrengen van een stukje gummislang (*c*), bevestigd op de pen, waartegen de koperen arm stuit en door een juiste regeling van de veersterkte tegenover de kracht van de magneten. Door den roerder snel te laten loopen, is met behulp van dezen regulateur de temperatuur van het bad binnen 1 à 2/100° constant te houden, indien men zorg draagt de kamertemperatuur eveneens zoomin mogelijk te wijzigen. De grootte en de temperatuur van het bad regelen de sterkten van de lampen A, B en L. Voor eene goede regeling is snel roeren noodzakelijk.

BEREKENING VAN DE VERSCHILLENDE GROOTHEDEN.

Voor de berekening der gevonden waarden werd, wat de polarisatiewaarden betreft, gebruik gemaakt van een formule voor de evenwichtsvergelijking voor de mutarotatie, zijnde de vergelijking voor 't evenwicht bij een monomoleculaire reactie:

$$K = k_1 + k_2 = \frac{1}{t} \ln \frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} \qquad (1)$$

waarin t = tijd, verloopen sinds het begin der reactie, op het tijdstip t_o

a_o = specifiek draaiingsvermogen op het tijdstip t_o
a_t = „ „ „ „ „ t_t
a_∞ = „ „ „ „ „ t_∞.

Verloopt de verandering van het geleidingsvermogen nu volgens dezelfde wet, dan mogen we daarop dezelfde formule toepassen en de diverse draaiingen vervangen door de resp. waarden voor het gel. vermogen. De formule wordt dan:

$$K' = k_1' + k_2' = \frac{1}{t} \ln \frac{\varkappa_o - \varkappa_\infty}{\varkappa_t - \varkappa_\infty}. \qquad (2)$$

Uit de form. $C = \varkappa . W$ [9]), berekent men $\varkappa$; immers op de meetlat leest men een grootheid a af, bij een bepaalde variabele

weerstand R in de weerstandsbank, waardoor de formule wordt:

$$C = \varkappa . R \frac{a}{1000 - a} \text{ of wel}$$

$$\varkappa = \frac{C}{R} . \frac{1000 - a}{a} .$$

Bij de proef blijft R constant, dus kunnen we schrijven

$$\varkappa = C^1 \frac{1000 - a}{a}$$

Voeren we deze waarde in, in verg. 2 dan wordt zij:

$$k_1' + k_2' = \frac{1}{t} ln \frac{\frac{1000 - a_o}{a_o} - \frac{1000 - a_\infty}{a_\infty}}{\frac{1000 - a_t}{a_t} - \frac{1000 - o_\infty}{a_\infty}} = \frac{1}{t} ln \frac{\frac{a_o - a_\infty}{a_o}}{\frac{a_t - a_\infty}{a_t}} =$$

$$= \frac{1}{t} ln \left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} . \frac{a_t}{a_o} \right)$$

$$k_1' + k_2' = \frac{1}{t} \left(ln \frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} + ln \frac{a_t}{a_o} \right)$$

Wanneer het geleidend vermogen nagenoeg niet verandert dan mag $ln \frac{a_t}{a_0} = 0$ gesteld worden. Voor de berekening van de constante mogen we dan in form. 2 het geleidend vermogen vervangen door de aflezingen op den meetrol.

Voor de berekening van de reactieconstante werden de gevonden waarden eenvoudig gemiddeld (rekenkundig gemiddelde).

Hiervoor meent MOESVELD [10]) een methode van berekening te kunnen aangeven, die het voordeel zou hebben, dat de mindere nauwkeurigheid van de waarnemingen bij het begin en het einde van de reactie, zou worden opgeheven (kleine tijdsverschillen en groote verschillen in de waargenomen waarden bij het begin der reactie en het omgekeerde bij het einde). Bij de gebruikelijke middeling wordt hiermee geen rekening gehouden.

Voor bi-, tri-,en quadrumoleculaire reactes gelden algemeen de vergelijkingen:

$$K = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{a-x} - \frac{1}{a} \right); \quad K = \frac{1}{2t} \left\{ \frac{1}{(a-x)^2} - \frac{1}{a^2} \right\}; \quad K = \frac{1}{3t} \left\{ \frac{1}{(a-x)^3} - \frac{1}{a^3} \right\}$$

of meer algemeen:

$$k' = \frac{1}{t}\left\{\frac{1}{(a-x)^n} - \frac{1}{a^n}\right\}$$

$$\frac{1}{(a-x)^n} = \frac{1}{a^n} + K't.$$

De schrijver geeft dan als voorbeeld een quadr. mol. reactie, waarbij de waarden van de waarnemingen verkregen worden door het meten van weerstanden, die omgekeerd evenredig zijn met de concentraties, zoodat de verg. is te schrijven in den vorm:

$$W^3_t = k_1 t + W^3_o,$$

of wel $t = a$ en $W^3_t = p$ stellend:

$$ak_1 + bW^3_o = p, \ (b = 1),$$

waaruit de schrijver zijne normaalvergelijkingen afleidt:

$$\left[aa\right] k_1 + \left[ab\right] W^3_o = \left[ap\right]; \ (3) \quad \left[ab\right] k_1 + \left[bb\right] W^3_o = \left[bp\right]; \ (4)$$

of wel in t en W:

$$\left[t^2\right] k_1 + \left[t\right] W^3_o - \left[tW^3\right] = 0; \ (5) \quad \left[t\right] k_1 + nW^3_o - \left[W^3\right] = 0. \ (6)$$

Kiezen we de tijden nu zoo, dat de middelste waarneming t_0 wordt en de overige waarnemingen met gelijke tijdsintervallen plaats hebben, dan wordt de berekening eenvoudiger daar $[ab]$ resp. $[t]$ gelijk nul worden.

Vergelijkingen 5 en 6 gaan dan over in:

$$[t^2]\ k_1 - [tW^3] = 0; \ (7) \qquad nW^3_o - \left[W^3\right] = 0. \ (8)$$

„De vergelijking, geldig voor een monomoleculaire reactie, „kan geheel op dezelfde wijze worden behandeld; men heeft „dan echter niet met een zekere macht van de concentratie „te doen, doch met de logarithme daarvan. Overigens blijft „alles hetzelfde." (Citaat). [11])

Het komt mij voor, dat de methode der kleinste kwadraten op deze manier niet juist is toegepast.

Wanneer we uitgaan van de vergelijking: $W^3 = kt + W^3_0$, en de waarnemingen W_1, W_2, W_3, op de tijden t_1, t_2, t_3, enz., met de correcties v_1, v_2, v_3, dan is in het algemeen:

$$(W + v)^3 = kt + W^3_o$$

Hieruit volgt:

$$W^3 + 3vW^2 + 3v^2W + v^3 = kt + W_o^3$$

en door verwaarloozing der laatste 2 termen van het 1ste lid:

$$W^3 + 3vW^2 = kt + W_o^3$$

$$v = \frac{1}{3W^2}(k\,t + W_o^3 - W^3).$$

Door $W_o^3 = C$ te stellen en te quadrateeren wordt de verg.

$$v^2 = \frac{1}{9W^4}(k^2\,t^2 + C^2 + 2\,Ck\,t + W^6 - 2\,W^3\,k\,t - 2\,C\,W^3),$$

waaruit volgt:

$$9\left[vv\right] = \left[\frac{t^2}{W^4}\right]k^2 + \left[\frac{1}{W^4}\right]C^2 + 2\left[\frac{t}{W^4}\right]CK + \left[W^2\right] -$$

$$- 2\left[\frac{t}{W}\right]k - 2\left[\frac{1}{W}\right]C.$$

De eisch, dat $[vv]$ minimum zal zijn, geeft aanleiding tot de volgende formules:

$$\frac{d\,[vv]}{dk} = 0 \text{ en } \frac{d\,[vv]}{dC} = 0; \text{ of wel:}$$

$$\left[\frac{t^2}{W^4}\right]k + \left[\frac{t}{W^4}\right]C - \left[\frac{t}{W}\right] = 0; \text{ en} \qquad (9)$$

$$\left[\frac{1}{W^4}\right]C + \left[\frac{t}{W^4}\right]K - \left[\frac{1}{W}\right] = 0. \qquad (10)$$

Wanneer we nu zouden mogen aannemen, dat alle waarnemingen in getalwaarde aan elkander gelijk waren, (hetgeen natuurlijk niet juist is!), dan zouden wij de vergelijkingen 9 en 10 mogen vermenigvuldigen met W^4, waardoor zij (voor n waarnemingen) overgaan in de vergelijkingen:

$$[t^2]\,k + [t]\,C - [tW^3] = 0; \text{ en} \qquad (11)$$

$$nC + [t]\,k - [W^2] = 0. \qquad (12)$$

Stellen we nu in verg. 11 en 12: $[t] = 0$, terwijl we voor C de waarde W_o^3 substitueeren, dan gaan zij over in de volgende verg.:

$$[t^2]\,k - [tW^3] = 0: \qquad (13)$$

$$n\,W_o^3 - [W^3] = 0. \qquad (14)$$

Zooals blijkt zijn dit dezelfde, als de vergelijkingen 7 en 8, die door MOESVELD werden afgeleid (blz. 18).

Om deze vergelijkingen te verkrijgen, maakten wij de veronderstelling, dat alle waarnemingen W_{t_1}, W_{t_2}, W_{t_3} . . . W_{t_n} gelijk mochten worden gesteld aan de waarneming W, waardoor we met W^4 mochten vermenigvuldigen, hetgeen natuurlijk niet geoorloofd was.

Hieruit volgt dus, dat de normaal-vergelijkingen door MOESVELD [12]) aangegeven en hierboven afgeleid, zijn verkregen op grond van een niet geoorloofde bewerking.

Stelt men nu in de juiste vergelijkingen $[t] = o$, dan geeft zulks tot geen vereenvoudiging in de berekening aanleiding.

Passen we de bewerking toe op een mon. mol. reactie, aannemende, dat de waarnemingen alle van gelijk gewicht zijn, waarop ik nader terugkom, dan wordt de formule:

$$k = \frac{1}{t} ln \frac{a_t}{a_t - a_\infty} \cdot \frac{a^o - a_\infty}{a_o}$$

Stel de waarneming $a'_t + v = a_t$ en $\frac{a_o - a_\infty}{a_o} = C$

$$\text{dan is } k\,t = ln \frac{a^1{}_t + v}{a_t' + v - a_\infty} \cdot C$$

$$kt = ln\,(a_t' + v) - ln\,(a_t' - a_\infty + v) + ln\,C$$

$$= ln\,a_t' + \frac{v}{a_t'} - ln\,(a_t' - a_\infty) - \frac{v}{a_t' - a_\infty} + ln\,C$$

$$= ln \frac{a_t'}{a_t' - a_\infty} - v \left\{ \frac{a_\infty}{a_t'\,(a_t' - a_\infty)} \right\} + ln\,C.$$

Stel $\frac{a_\infty}{a_t'\,(a_t' - a_\infty)} = \frac{1}{F}$ en $ln \frac{a_t'}{a_t' - a_\infty} = H$

dan wordt: $kt = H - \frac{v}{F} + ln\,C$ en voorts:

$$- Fkt + Fln\,C + F\,H = v.$$

$ax + by - q = v$, waaruit volgt voor de normaalvergelijkingen:

$$[F^2\,t^2]\,k - [F^2\,t]\,ln\,C - [F^2\,t]\,H = 0 \qquad (1) \text{ en}$$

$$-[F^2\,t]\,k + [F^2]\,ln\,C + [F^2\,H] = 0 \qquad (2)$$

Door de tijden zoo te kiezen, dat $t = o$, ziet men ook hier geen vereenvoudiging optreden.

Passen we deze berekeningswijze toe op een serie onzer waarnemingen, dan krijgen we:

TABEL 12.

t	$\log \frac{a_t}{a_t - a_\infty}$	$a = -Ft$	$b = F$	$p = F \log \frac{a_t}{a_t - a_\infty}$	p'		
+ 30	0,8929	— 20,79	+ 69,3	+ 61,87797	+ 61,83797	+ 0,037	—
55	0,9684	30,58	55,6	53,84304	53,70243	+ 0,141	—
74	1,0160	35.96	48,6	49,37760	49,65511	—	— 0,278
101	1,1013	38,88	38,5	42,40005	42,39166	+ 0,008	—
137	1,2062	39,87	29,1	35,10042	35,12364	—	— 0,023
172	1,3139	38,01	22,1	29,03719	28,94764	+ 0,090	—
209	1,4217	35,11	16,8	23,88456	23,83293	+ 0,052	—
242	1,5206	31,94	13,2	20,07192	20,00591	+ 0,066	—
285	1,6512	27,36	9,6	15,85152	15,76433	+ 0,087	—
327	1,7588	24,20	7,4	13,01512	13,06606	—	— 0,051
412	1,9956	17,30	4,2	8,38152	8,46402	—	— 0,083
547	2,3377	10,39	1,9	4,44163	4,85277	—	— 0,141

$[aa]$	$[ab]$	$[ap]$	$[av] = O$
11200,8409	— 9931,362	— 11279, 7492861	
7200,5004		+ 10103, 5714933	oplossing
4000,3405		11176, 1777928	100 K

$$100\ K = 0{,}2940$$

$[ab]$	$[bb]$	$[bp]$	$[bv] = O$
— 9931,362	+ 13697,93	+ 13935, 451664	
	— 8805,76	— 10001, 327102	oplossing
	+ 4892,17	+ 33934, 124562	$\log C$

$$\log C = -0{,}80416$$

Substitueeren we deze waarden van K en $\log C$ in onze vergelijkingen dan vinden we voor de waarden p, de waarden weergegeven in kolom p' en uit beide laatste kolommen de fouten v, zoodat:

$[vv] = 0{,}151293$ waaruit volgt voor de middelbare fout van de berekende grootheden 100 K en $\log C$ resp.: 0,0019 en 0,0018

en: $100\ K = 0{,}2940 \pm 0{,}0019$

$\log C = -0{,}80416 \pm 0{,}0018.$

Passen we ter vergelijking de formule toe, die op pag. 18 werd afgeleid dan wordt de waarde voor K:

TABEL 13.

t sec.	$\log \frac{a_t}{a_t - a_\infty}$	$\log \frac{\frac{a_t}{a_t - a_\infty}}{\frac{a_o}{a_o - a_\infty}}$	$(k_1 + k_2)10^4$	$t = 209 = o$		$(k_1 + k_2)10^4$
				5	6	7
0	0,8150	—	—	—209	6067	29,6
30	0,8929	0,0779	25,9	—179	5288	29,6
55	0,9684	0,1534	27,9	—154	4533	29,7
74	1,0160	0,2010	27,2	—135	4057	30,0
101	1,1013	0,2863	28,3	—108	3204	29,6
137	1,2062	0,3912	28,5	— 72	2155	30,2
172	1,3139	0,4989	29,0	— 37	1078	29,5
209	1,4217	0,6067	29,0	0	—	—
242	1,5206	0,7056	28,7	33	987	30,0
285	1,6492	0,8342	29,2	76	2275	30,0
327	1,7588	0,9438	28,8	118	3371	28,6
412	1,9957	1,1807	28,8	203	5740	28,3
547	2,3377	1,5227	27,9	338	9160	27,1
			Gem. 28,2			Gem. 29.4

Nemen we aan dat tegen het midden van het proces, de waarnemingen met de kleinste fouten behept zullen zijn, dan kunnen we bijv. de tijd 209 = *o* kiezen en op eenvoudige wijze een meer waarschijnlijke waarde berekenen (kolommen 5, 6 en 7).

Men zal opmerken, dat de waarde van *K* op deze eenvoudige wijze berekend, in dit geval dezelfde is, als de veel omslachtiger berekening volgens de methode der kleinste kwadraten, opleverde. En in het algemeen zullen de resultaten van beide berekeningen wel weinig verschillen, zoolang men aan de verschillende waarnemingen gelijk gewicht moet geven, uit gebrek aan een betrouwbare methode voor het bepalen van de „gewichten". In de meeste gevallen zullen de verschillen wel te verwaarloozen zijn, tegenover de onnauwkeurigheden in onze waarnemingen, zoodat de toepassing van de omslachtige en tijdroovende berekeningsmethode der kleinste kwadraten voor gevallen als het onderhavige, geen voordeel biedt.

We zouden dit onderwerp verder kunnen laten rusten, ware het niet, dat het aanleiding geeft tot het maken van een opmerking, die niet van belang ontbloot is, nl. deze, dat niet alle waarnemers doordrongen zijn van het feit, dat de nauwkeurig-

heid, waarmee men de functie van een reeks waarnemingen bepaalt, *primordeaal van de nauwkeurigheid der waarnemingen zelf afhangt* en slechts in tweede instantie van de *berekeningswijze.* Als men dus, om een bepaalde berekeningswijze te kunnen toepassen, de waarnemingsmethode moet wijzigen terwijl men van te voren kan weten, dat daardoor onze waarnemingen *minder nauwkeurig* zullen zijn, dan spant men het paard achter den wagen.

Dit punt is klaarblijkelijk door MOESVELD over het hoofd gezien. Om aan zijne, volgens de methode der kleinste kwadraten verkregen normaalvergelijkingen, afgezien nu daarvan, dat ze niet juist zijn, een eenvoudiger vorm te geven, teneinde de berekeningen zooveel mogelijk te vereenvoudigen, moest $[t] = o$ worden. hetgeen hij kon bereiken, door de methode van waarneming zoodanig in te richten, dat de tijdstippen zijner waarnemingen onderling bepaalde bedragen verschilden (liefst gelijke bedragen).

Het wordt dan eenvoudig, een bepaalde tijd $t = o$ zoodanig te kiezen, dat de som der tijden vóór t_0 gelijk zijn aan de som der tijden daarna. Maar dan moeten de waarnemingstijden vóóraf worden vastgesteld en de instellingen op de meetinstrumenten juist op die tijdstippen plaats hebben. En nu staat het buiten twijfel, dat aflezingen, die men op deze wijze verkrijgt, belangrijk in nauwkeurigheid achterstaan bij die, welke verkregen worden door de *instellingen* zoo nauwkeurig mogelijk te verrichten en het tijdstip van aflezing vast te leggen door middel van *stopwatch* en *chronometer.*

In de formules voor onze snelheidsconstanten treedt steeds de natuurlijke logarithme op. Bij de berekening der waarden, die in de volgende tabellen worden opgegeven, werd eenvoudigheidshalve steeds van gewone logarithmen gebruik gemaakt.

HOOFDSTUK II.

MELKSUIKER.

Deze suiker, voor het eerst door FABRICIO BARTOLETTI te Bologne in 1615 beschreven in de Encyclopaedia dogmatica, is degene, waarbij het eerst het optreden van meerdere modificaties werd opgemerkt door ERDMANN [1]). Het verschijnsel der mutarotatie werd door DUBRUNFAUT [2]) in 1846 ontdekt aan een versch bereide oplossing, uit gekristalliseerde glucose gemaakt, waarvan de aanvankelijke draaiing van 110° afnam tot een constante waarde van 52°.

ERDMANN [1]) gaf naar aanleiding van een artikel van SCHMÔGER [3]) een uittreksel uit de vroeger door hem verrichte onderzoekingen met betrekking tot den melksuiker, waarbij hij vermeldde, dat reeds in 1855 [4]) door hem werd vastgesteld, dat de melksuiker in 2 vaste, gekristalliseerde vormen optreedt. De eene vorm verandert in oplossing zóódanig, dat het spec. draaiend vermogen na 8 uren een toename vertoont van 39,5° —56°, terwijl bij de andere vorm die grootheid afneemt van 84°—56°.

Ofschoon ERDMANN de waargenomen verandering naging in verband met den tijd, kwam hij er niet toe, zijne getallen te interpreteeren ten aanzien van de snelheid waarmee beide gemeten omzettingen plaats vonden en kon daaruit dus verder geen conclusies trekken.

URECH [5]) was de eerste, die aantoonde, dat de krommen, geconstrueerd op de tijden en de bijbehoorende draaiingen, gemeten bij versch bereide melksuikeroplossingen, hetzelfde verloop hebben als de rietsuikerinversie. Het proces verloopt volgens de formule, gegeven voor het verloop van een monomoleculaire reactie.

Volgens de onderzoekingen van SCHMÖGER [6]) zouden we bij den melksuiker 5 verschillende vormen te onderscheiden hebben en wel de gewone gekristalliseerde vorm uit den handel: de α-modificatie met 1 mol. kristalwater; de β-vorm

daaruit ontstaande door verhitting der α-verbinding boven 125°; de γ-vorm, dien men verkrijgt door droogdampen van melksuikerhydraat in een schaal; een δ-vorm, die zich vormt volgens VAN LEENT [7]) en SCHMÖGER [3]) bij het indampen van melksuikeroplossingen in zeer dunne laag, terwijl een Σ-vorm zou ontstaan bij het oplossen van de beide vormen in water.

TANRET [9]) toont echter aan, dat men geen 5, doch slechts 3 vormen van den melksuiker heeft te onderscheiden en wel de α-vorm als boven, de β-vorm degene met constante draaiing en de γ-vorm, die men verkrijgt door een oplossing van den α-vorm snel bij 108° intedampen (α_D 5 minuten na oplossing $\pm$ 34.5°-).

Aanvankelijk nam HUDSON [13]) ook deze 3 vormen aan, schreef echter aan de γ-vorm lacton-achtige zuurstofbinding toe, maar toonde zoowel uit ERDMANN'S cijfers als uit nieuwe, door hem uitgevoerde onderzoekingen aan, dat de snelheidsconstanten voor het omzettingsproces van de α-verbinding en van den γ-vorm, gelijk zijn, (bij gelijke temperatuur).

ROUX [11]) nam 2 vormen aan, α en γ, resp. met $\alpha_D = 83{,}16°$ en 35,17° (conc. = 5%), die in elkaar overgaan volgens de wet van WILHELMI.

TREY [12]) bevestigde deze opvatting in een uitvoerige verhandeling. Hij maakte zijne aanname, dat er slechts 2 vormen (α en γ) bij den melksuiker zijn, die echter in elkaar overgaan ($\alpha \rightleftarrows \gamma$) tot een evenwicht is ontstaan, door tal van tabellen zeer waarschijnlijk.

Merkwaardig is echter hetgeen TREY in genoemd artikel zegt van het specifiek geleidend vermogen dier beide vormen.

Hij vond n.l. voor het spec. geleidend vermogen (uitgedrukt in SIEMEN'sche kwikzilvereenheden) van een oplossing, die 4,5 gr. *zuivere* α-hydraat in 100 cc^3 water bevatte:

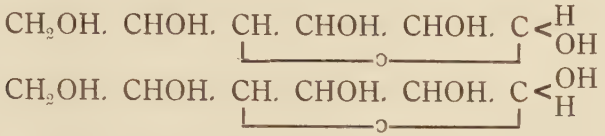
$L_{25°} = 13 \times 10^{-6}$ S.E. (constant) en voor dezelfde conc. bij de γ-vorm:

$L_{25°} = 221 \times 10^{-6}$ S.E. eveneens constant, hetgeen natuurlijk onmogelijk juist kan zijn bij de aanname van een overgang $\alpha \rightleftarrows \gamma$ tot een evenwichtstoestand.

Verandert na oplossen in water, van geen der beide vormen het spec. geleidend vermogen, dan moet noodzakelijk

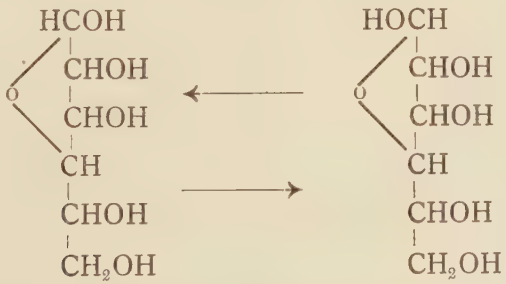
$$L^{\alpha}_{25°} = L^{\gamma}_{25°}.$$

n 1895 had LIPPMANN [13]) naar voren gebracht, dat de lactonformule voor glucose 2 vormen mogelijk maakt en wel:



2 verbindingen, die dus alleen verschillen door den stand van de H- en OH-groep aan het eerste koolstofatoom. Het belang van dit gezichtspunt werd duidelijk, toen ARMSTRONG [14]) vond, dat de α- en β-vorm van de glucose (de α en γ vormen van TANRET [15]), ontstaan bij hydrolyse der correspondeerende α- en β-metylglycosiden, die zelf geen mutarotatie vertoonen, doch waarvan de structuur beter bekend was.

LOWRY [16]), verwijzend naar de onderzoekingen van ARMSTRONG (l.c.) en van BEHREND en ROTH [17]), verklaarde, dat er op grond van zijne en genoemde onderzoekingen weinig twijfel aan kon bestaan, dat de mutarotatie van dezen suiker nauw moest samenhangen met de omkeerbare verandering, waarbij de 2 verschillende vormen van den suiker in elkaar overgaan, hetgeen als volgt was voor te stellen:



Gelijktijdig met genoemde onderzoekingen toonde HUDSON [18]) aan, dat welke vorm van den melksuiker men ook in water oplost, men dezelfde eindtoestand verkrijgt en dat het proces der mutarotatie als een monomoleculaire reactie verloopt. Uit de waarden van begin- en einddraaiing berekende hij dan, met behulp van de form.:

$$k + k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \quad .$$

de waarden voor $k + k_1$. In de form. beteekenen:

a_o = begindraaiing
a_∞ = einddraaiing
a_t = draaiing op tijdstip t.
t = tijd in minuten.

Door nu de eene vorm van den suiker als vaste phase te brengen in de verzadigde oplossing van den suiker, blijft de conc. van dien vorm in oplossing constant en laat zich zoo één der beide constanten berekenen uit

$$k^1 = \frac{1}{t} ln \frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty}$$

Door MILLS en HAWORTH [19]) was waargenomen, dat de α-melksuiker zoo buitengewoon langzaam zijn eind-oplosbaarheid bereikte. Door nu de waarden te meten voor begin- en eindoplosbaarheid gelukte het HUDSON ook de k te bepalen en daarmee de evenwichtsconstante.

Door voorts gebruik te maken van de door BROWN en PICKERING [20]) gegeven methode voor de bepaling der oplossingswarmten, gelukte het HUDSON [21]) ook deze waarden voor de beide melksuikervormen te meten, waaruit hij kon afleiden, dat de anhydrische vorm zich onmiddelijk hydrateert bij het oplossen in water.

Belangrijk zijn de onderzoekingen door HUDSON [22]) verricht, waardoor hij aantoonde, dat de door ARMSTRONG [23]) geopperde structuuranalogie van α- en β-metylglucoside eenerzijds en de α- en β-vormen der glucose anderzijds, door de geheele suikergroep kon worden doorgevoerd. Zulks is mogelijk, indien men voor de beide vormen der suikers ringstructuren wil aannemen; de mutarotatie is dan te beschouwen als de omlegging van de H- en OH-groep aan het asymetrische eindkoolstofatoom; de overgang dus van de cis- in trans-vorm en omgekeerd.

Nemen we aan, dat we het asymetrische eind-C-atoom verantwoordelijk mogen stellen voor een deel, stel + B van de draaiing van den eenen vorm, dan is deze waarde -B voor den anderen vorm. Stelt men nu de draaiing voor het andere deel van het molecule (in beide isomeren nu gelijk) = A, dan wordt de draaiing van de beide vormen resp. A + B en A — B. Het verschil in draaiing tusschen de beide vormen is dus steeds = 2 B, welke waarde voor de meeste suikers

vrij goed uitkomt, indien men in de berekening het moleculaire rotatievermogen betrekt.

Hierbij moet ik opmerken, dat deze wet der z.g.n. superpositie in dezen algemeenen vorm niet heeft voldaan. HUDSON nam n.l. aan, dat wijziging in het eene deel van het molecule geen verandering in het andere deel tengevolge heeft. BÖESEKEN [24]) wees er reeds op, dat wijzigingen in den stand der H- en OH-groep zeker invloed zou kunnen oefenen op den stand der andere groepen.

Ook PATTERSON en TAYLOR [25]) en ROSANOFF [26]) vielen de theorie der superpositie aan, terwijl LEVENE [27]) bewees dat de draaiing aan het 2e C-atoom niet voor alle zuren constant was.

SMITS en GILLIS [28]), voor hunne onderzoekingen uitgaande van de waarnemingen van HUDSON [29]) over de verschillende vormen van den melksuiker, met het oog op het verkrijgen van nadere gegevens voor de bepaling van het transformatiepunt hydraat — β-anhydride + oplossing, komen in de samenvatting van hun werk tot het volgende besluit: [30])

„2e. Uit het feit, dat α-anhydride zich boven 93, 5° omzet „in β-anhydride en ook uit de voor het eerst bepaalde smelt„punten van α-anhydride (222, 8°) en van β-anhydride (252, 2°) „volgt met zekerheid dat boven 93,5° de α-modificatie meta„stabiel is.

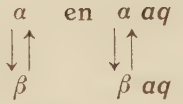
„4e. Door het experiment werd aangetoond, dat 93,5° in „het stelsel water-melksuiker geen gewoon transformatiepunt „is, maar een punt, dat we voorstellen te noemen, een over„gangs-deshydratiepunt, daar bij deze temperatuur het hydraat „van de α-modificatie onder den druk van 1 atm. deshydrateert „en tevens overgaat in de β-modificatie.

„7e. Er werd voor de mutarotatie een nieuwe theorie op„gesteld en bewezen, dat de monohydraten in de suikergroep „niet de groep $-C\begin{matrix}-OH\\-OH\\-H\end{matrix}$ bevatten.

De onder 7 bedoelde theorie houdt in, dat de schrijvers zich het evenwicht in waterige oplossingen als volgt voorstellen:

$$\begin{array}{ccc} \alpha + H_2O & \overset{2}{\rightleftarrows} & \alpha\ aq \\ 1\downarrow\uparrow & & 4\downarrow\uparrow 3 \\ \beta + H_2O & \rightleftarrows & \beta\ aq \end{array}$$

waarbij de processen 2 en 4 zeer snel verloopen, zoodat 1 en 3 gemeten worden,



die dan tevens voor de mutarotatie verantwoordelijk zijn. We hebben bij deze verklaringswijze een vorm β aq aan te nemen, hetgeen de schrijvers doen op grond van het bestaan van het hydraat der β malthose.

Voorts zegt GILLIS:

„Verder blijkt ook alweer, zoowel uit de bereidingswijze „als uit het onderzoek van HUDSON, dat boven 93°, β-anhydride „de stabiele vaste phase is; het hydraat gaf dan ook steeds „boven deze temperatuur β-anhydride en het α-anhydride gaf „onder deze omstandigheden *steeds* de β-modificatie."

Op grond van het b.s. zou men kunnen verwachten, dat de bereiding der zuivere β-modificatie van den melksuiker (vrij van α-vorm) geen bezwaren op zal leveren. Toch is dat niet het geval.

SCHMÖGER [3]), ERDMANN [1]), en TANRET [9]) hebben de afgescheiden verbinding moeten zuiveren. HUDSON en BROWN [31]) beschrijven een methode volgens welke de afgescheiden suiker zelfs geen spoor α-verbinding bevat en die er op neerkomt, dat men een bij 100° verzadigde oplossing van melksuiker in een ruwgemaakten koperen beker verhit tot het kookpunt (104°—105°). Nu wordt de beker 24 uur in kokend water of stoom gehangen. Men stoot de kristalkorst door en giet de oplossing er volkomen uit. De kristallen, behalve die van den bodem (waarom niet?) droogt men dadelijk tusschen papier en reinigt door decanteeren met op 100° verhitte glycerine, waarna men de kristallen met alcohol en aether wascht. Deze suiker bevat volgens HUDSON and BROWN geen spoor α-melksuiker. Het is mij echter niet gelukt, deze werkwijze volgend β-melksuiker te verkrijgen, die volkomen vrij was van α-suiker.

GILLIS [32]) verwijst voor de bereiding der β-melksuiker naar HUDSON and BROWN doch voegt er bij:

„Toutefois il est nécessaire de trier avec soin les cristaux „obtenus et de ne prendre que les cristaux bien formés et „entièrement transparents, etc."

Uit deze zinsnede meen ik te mogen opmaken, dat het ook GILLIS niet gelukte, op de zoo even beschreven wijze de β-vorm direct zuiver te bereiden.

Voor de bereiding van de β-verbinding werden nog de volgende proeven genomen:

10 gr. α-melksuiker werden opgelost in 25 ccm. H_2O, in een fractioneerkolfje van 50 ccm. gebracht. Het geheel werd gebracht in een bad van glycerine, zooals aangegeven wordt in fig. 10.

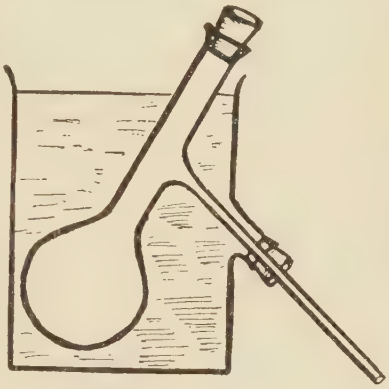


Fig. 10.

Gedurende een uur werd de temperatuur van het bad gehouden op 102° C. waarna de temperatuur van het bad over een tijdsinterval van 4 uren gebracht werd op 123° C. Langzaam werd nu het water afgedestilleerd en het vocht dat zich onder den stop verzamelde voortdurend met filtreerpapier verwijderd. De suikeroplossing kleurt geel doch kristalliseert nog niet. Waterdamp ontwijkt bijna niet meer. Nu wordt een spoor α-melksuiker gebracht in de stroop. Onmiddellijk neemt de beweging in de massa toe, de kristallisatie zet snel in, waterdamp ontwijkt opnieuw en onder heftig stoomen wordt de massa plotseling vast. Direct wordt de massa met de kolf in een stoof van 120° gedroogd en daarna de suiker fijngemaakt. 2,5 gr. van dezen suiker gedurende $1\frac{1}{2}$ uur in de balanskast bewaard gaf een gewichtsverweerdering van 6,3 mgr. waaruit dus volgt, dat de massa watervrije α-suiker moest bevatten die nu overging in hydraat, daar immers anhydrische α-melksuiker sterk hygroscopisch, de β-verbinding daarentegen watervrij en niet hygroscopisch is. 2,25 gr. van dezen suiker werden opgelost in 50 ccm. H_2O en 3 minuten na de oplossing die snel plaats had, gepolariseerd in een 2 d.M. buis. De draaiing bedroeg 5,58° dus $\alpha_D = 62°$. Hieruit berekent men de samenstelling van het uitgevallen mengsel op 2,3 gr. α- en 2.2 β-verbinding in 4,5 gr. suiker. De beschreven proef voor de bereiding van zuivere β-melksuiker werd nog op de volgende wijze gewijzigd.

10 gr. α-melksuiker werden in 15 ccm. H_2O opgelost, gebracht in den kolf en na één uur op 102°, 1½ à 2 uur verhit bij 123° C. badtemperatuur. Nu werden een paar kristallen β-melksuiker ingebracht, waarna de kristallisatie langzamer inzette dan bij de vorige proef. Waar bij de eerste proef de kristallisatie in ½ minuut afliep, duurde zij nu 3½ minuut voor het ontwijken van waterdamp uit de massa ophield, hetgeen natuurlijk ook is toe te schrijven aan den korteren verhittingsduur, waardoor een grootere hoeveelheid water aanwezig bleef. De verdere operaties waren als voren.

Gewichtsvermindering bij het bewaren in de balanskast na het drogen was niet aan te toonen. 2,25 gr. werden te 1 u.46 met 50 ccm. H_2O in aanraking gebracht, 1 u.48½ was alles opgelost en werd gepolariseerd. 1 u.50½ 3°, 65 dus $\alpha_D = 40°, 6.$

Hieruit berekent men 0,235 gr. α-melkzuiker in de 2,25 gr. suiker of wel $\pm$ 10% α-melksuiker in het mengsel.

In een 3 cm. wijde reageerbuis werd nog eens een oplossing van 20 gr. α-melksuiker in 30 gr. water gebracht. Deze buis met oplossing werd in een glycerinebad gehangen waarvan langzamerhand de tempertuur werd opgevoerd tot 123° C., na gedurende één uur op 100° te zijn gehouden. In de oplossing werd een thermometer gezet. Bij het opvoeren van de badtemperatuur tot 123° C. steeg de thermometer langzaam tot 116° C. en bleef verder constant. Nadat het verkoken 1½ uur had geduurd, vormden zich op thermometer en buiswand kristallen die spoedig de kristallisatie van de geheele massa inleidden, waarbij de massa spoedig vast werd en stoom zich bleef ontwikkelen, terwijl de temperatuur met het verdwijnen van het water zeer langzaam steeg tot 118° C. Hieruit zien we dat de waargenomen stoomontwikkeling niet toe te schrijven is aan reactiewarmte, vrijkomend bij het uitkristalliseeren van den melksuiker doch aan het opheffen van een toestand van oververzadiging, ten gevolge van de vorming van een vaste phase, op dezelfde wijze als zand gebracht in een onverzadigde CO_2-oplossing dit gas doet ontwijken. Gaat men de bereidingswijze der verschillende vormen van den melksuiker in de litteratuur na, dan blijkt duidelijk, dat de snelheid van kristalliseeren van belang is, in verband met de samenstelling van het mengsel

dat zal uitkristalliseeren, hetgeen door bijgaande proeven wordt bevestigd.

We kunnen zeker aannemen, dat onder de voorwaarden waaronder deze proeven werden uitgevoerd, de oplossing oververzadigd was, zoowel voor de α- als voor de β-verbinding. De verhouding van α : β modificatie in de oplossing is onafhankelijk van de temperatuur zooals HUDSON [33]) aantoonde, ook boven 93°. Een polarisatie door mij verricht van een melksuikeroplossing, die bereid was door β-melksuiker op te lossen in kokend water, gaf een specifieke draaiing α_D (bij 95°) $\alpha_{\gamma}^{95^{\circ}} = \pm 46°$, hetgeen, (afname der specifieke draaiing met de temperatuur in rekening brengende) wijst op dezelfde verhouding β : α modificatie bij 95° als bij gewone temperatuur.

Wanneer nu GILLIS zegt:

„lactose β : la forme anhydre, „qu'on obtient par évaporation ou récristallisation andessus de 93° de n'importe quelle solution de lactose", kunnen wij deze stelling in zijne algemeenheid, op grond van het bovenstaande niet aanvaarden.

Gezien het feit, dat de β-verbinding de stabiele vorm is boven 93°, zal boven deze temperatuur alleen dan zuivere β-verbinding uitkristalliseeren, na enting met β lactose, wanneer deze kristallisatie langzaam genoeg geschiedt, en de verhitting zonder verdamping lang genoeg wordt voortgezet na uitkristalliseeren, zóó, dat de mogelijk uitgevallen α-modificatie gelegenheid heeft op te lossen in contact met de oplossing en de β-verbinding als vaste phase. Uit de bovengenoemde proeven blijkt duidelijk dat bij het enten met een der vaste phasen boven 115° de snelheid van kristallisatie grooter is dan die, waarmee de omzetting $\alpha \rightleftarrows \beta$ plaats vindt. Hier heeft dan ook een „uitvriezen" van het aanwezige evenwichtmengsel plaats. Teneinde echter de β-vorm verder te zuiveren van sporen α-verbinding is het niet rationeel, zooals GILLIS boven zegt, den verkregen suiker, omtekristalliseeren uit water boven 93°.

Teneinde de β-verbindingen te zuiveren van sporen α-verbinding zal men beter doen haar zoo snel mogelijk op te lossen in koud water en met alcohol te praecipiteeren. Doordat de omzetting $\beta \rightleftarrows \alpha$ in de koude zoo langzaam verloopt, zal bij praecipitatie met alcohol nog weinig α-verbinding zich gevormd

hebben, zoodat de alcoholische oplossing niet verzadigd aan α-verbinding behoeft te zijn. Zoo noodig zal deze bewerking moeten worden herhaald.

BEREIDING VAN β-MELKSUIKER.

In een destillatiekolf van 1 L. inhoud, worden 150 cc water aan den kook gebracht en daarin 350 gram melksuiker uit den

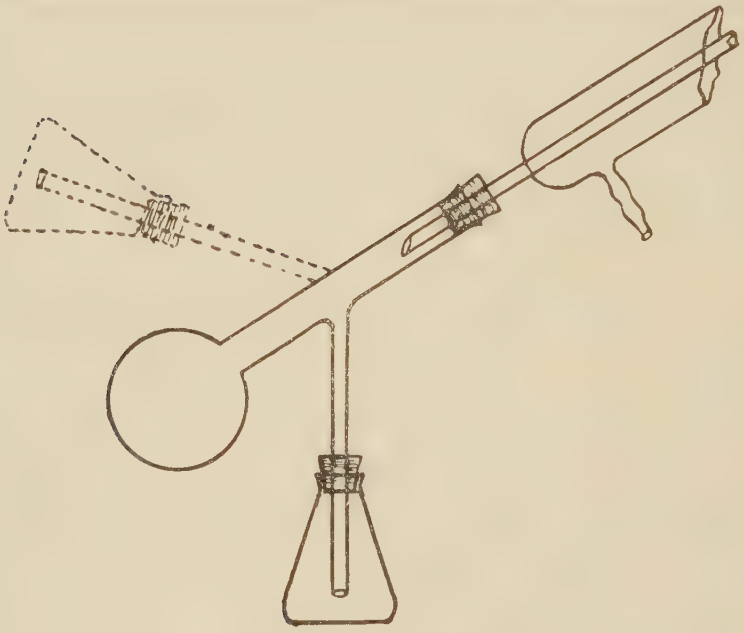


Fig. 10*a*.

handel opgelost. De kolf wordt gezet op een dunne asbestschaal, terwijl aan de destillatiebuis van den kolf een erlemeierkolf van $\pm$ 300 cc goed sluitend wordt bevestigd, waarna de destillatiekolf aan den koeler wordt verbonden zooals de gestippelde stand in fig. 10 aangeeft. Onder voortdurend koken laat men 200 cc pyridine langzaam door den koeler in den kolf loopen. Zoodra zulks is geschied wordt de destillatiekolf, zonder de verbindingen te verbreken, gedraaid tot hij in den getrokken stand komt te staan en wel zoodanig, dat hetgeen in den koeler condenseert, terugvloeit in den erlemeierkolf, welke laatste zoo nu en dan door eene nieuwe kolf wordt vervangen. Nadat ongeveer 210—225 cc zijn afgedestilleerd, zijn meest reeds kleine kristallen opgetreden. Nu brengt men

de kolven weer in den gestippelden stand en laat langzaam onder voortdurend koken, nog 50 cc pyridine bijvloeien. In dezen stand blijft men nu aan den terugvloeikoeler doorkoken, waarbij de kristallisatie steeds toeneemt. Gaat zulks echter te langzaam, dan kan men voorzichtig nog wat oplosmiddel afdestilleeren en zuivere pyridine toevoegen, waarna men weer doorkookt. Kookt men echter te snel in na het optreden van kristallen, dan loopt men gevaar, dat plotseling de geheele inhoud van den kolf vast wordt hetgeen gepaard kan gaan met een heftig kookverschijnsel, waarbij het kan voorkomen, dat een groot deel van den inhoud uit den kolf wordt geslingerd.

Ten slotte wordt de massa breiig en begint te stooten; wordt zulks te heftig dan wordt de massa snel op een zuigfilter afgezogen, eerst met kokend heete pyridine en daarna met alkohol gewasschen. De verkregen kristallen worden na droging tusschen filtreerpapier, fijngemaakt en even in een warmwaterstoof gelegd, waarna zij spoedig van pyridine bevrijd zijn.

De zoo verkregen suiker is zuivere β-suiker en bevat geen α-verbinding.

Zoo polariseerde een oplossing van 2,14 gr. β-verbinding in 50 cc water in een 20 cm. buis (in 2 min. opgelost), 6 min. na het in aanraking brengen met water: 183,04°, correspondeerende met: $[\alpha]_D = 35{,}5°$.

Ter verkrijging van β-melksuiker werd ook nog de volgende bereidingswijze beproefd:

De melksuiker (gewone melksuiker uit den handel) wordt opgelost in water en daarbij pyridine gevoegd. In een glycerinebad wordt nu de destillatiekolf met suikeroplossing verhit. Het kookpunt blijkt 96° C. te zijn. Met behulp van de vacuumpomp wordt de druk verminderd tot $\pm$ 25 cm. kwikdruk. Nadat zich kristallen gevormd hebben gaat de kristallisatie zoo snel, dat de inhoud nagenoeg vast wordt. De temperatuur in de vloeistof bedraagt 67° C. Na oproeren met heete pyridine wordt verder gewerkt als boven beschreven.

2,140 gr. van dezen suiker in 50 cc water opgelost en onderzocht, 9 min. na met water in aanraking te zijn gebracht, vertoonden een draaiing $\alpha = 3{,}93°$, correspondeerende met $[\alpha]_D = 46°$, waaruit dus blijkt dat de massa niet uit zuivere β-suiker bestond.

HUDSON geeft ter contrôle van de zuiverheid van den β-suiker aan, de bereiding van een bij 20° verzadigde oplossing van α-melksuiker. Koelt men deze heldere oplossing tot 0° af dan zullen daarin gebrachte kristallen van zuivere β-verbinding zonder rest oplossen, terwijl sporen α-verbinding onopgelost blijven.

De uit pyridine verkregen β-melksuiker op deze wijze onderzocht loste geheel en al op.

Het onderzoek naar sporen α-suiker werd door mij nog op de volgende wijze verricht:

De te onderzoeken suiker werd in een droogstoof bij 102°—105° gedroogd tot constant gewicht. In een porceleinen schuitje werden $\pm$ 2 gr. suiker afgewogen en na drogen, minstens gedurende een uur gebracht in een ruimen exiccator, met het doel mogelijk door de α-verbinding afgestane sporen water weer te doen opnemen, hetgeen mogelijk is, omdat de ontwaterde α-verbinding zeer hygroscopisch is. Het schuitje wordt dan gebracht in een glazen buis, die dwars door een

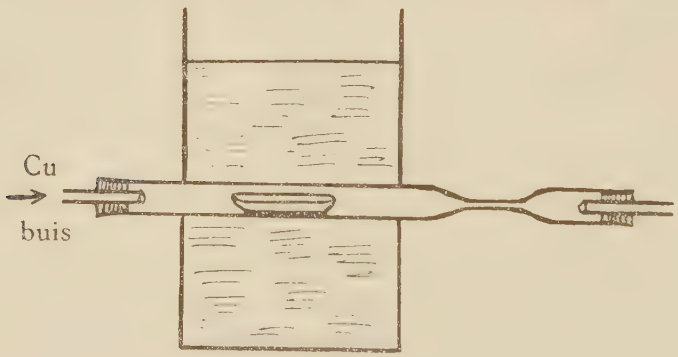


Fig. 11.

bad met glycerine loopt en aan eene zijde capillair is uitgetrokken. Vooraf werd door middel van een aspirator droge lucht van $\pm$ 100° gezogen, die verkregen werd door de droge lucht te voeren door een dunne koperen spiraalbuis, die werd verhit in een glycerinebad en direct gestoken was in de genoemde glazen buis. Zoodra het schuitje zich in de glazen buis bevindt worden de beide baden op temperatuur gebracht (het bad om de glazen buis op 129°) en langzaam lucht doorgezogen, terwijl het capillair uitgetrokken buisstuk met natgemaakt filtreer-

papier wordt koud gehouden. Op deze wijze is het gemakkelijk 5 mgr. α-melksuiker in 2 gr. mengsel aan te toonen.

Contrôlemengsels door mij gemaakt van genoemde samenstelling, gaven bij genoemde proef een duidelijk beslag van water tegen den buiswand, (met de loupe zeer goed waar te nemen).

Wanneer we gaan berekenen welken invloed geringe hoeveelheden α-suiker naast de β-verbinding oefenen op de waarden voor het spec. draaiend vermogen, dan blijkt dat door de aanwezigheid van 7 mgr. α-verbinding in 2 gram mengsel, een hoogere aflezing van 0,01° op den polarimeter verkregen wordt. Hieruit blijkt dus, dat de aanwezigheid van hoeveelheden α-verbinding, kleiner dan 5 mgr. per 2 gram mengsel, voor het polarimetrisch onderzoek geen beteekenis hebben.

Voor het onderzoek van de snelheidsconstante van de mutarotatie heeft de aanwezigheid van geringe hoeveelheden van de eene modificatie naast de andere evenmin beteekenis wat de grootte der constante aangaat, daar het tijdstip 0, waarop we onze metingen aanvangen onverschillig is. (Het ware tijdstip t_o, het tijdstip waarop dus het proces aanvangt kennen we immers slechts bij benadering). Dit geldt echter alleen zoolang de grootheid die we meten, alleen afhankelijk is van het verloop van het proces dat we vervolgen en er zich na het oplossen van den suiker geen processen afspelen, die mede de te meten grootheid beinvloeden. We komen hierop nog nader terug bij de bepaling van het specifiek geleidingsvermogen van melksuiker- en galactoseoplossingen.

DE BEREIDING VAN α-MELKSUIKER.

De bereiding van dezen vorm van den melksuiker bracht oogenschijnlijk geen moeilijkheden met zich mede. Het produkt, dat de handel levert, is reeds vrij zuiver, terwijl het omkristalliseeren zeer gemakkelijk geschiedt. Door herhaalde praecipitatie der waterige oplossing met alcohol, gevolgd door eenige omkristallisaties uit water, kon vrij gemakkelijk een produkt worden verkregen, dat constante spec. draaiing vertoonde, terwijl tevens het geleidend vermogen niet meer veranderde door omkristalliseeren uit water. Met dezen suiker werden eenige reeksen metingen verricht. Voor het spec. geleidend vermogen van $\frac{1}{2}$ mol. oplossing van dezen suiker werd gevonden

$$\varkappa_{25^\circ} = 59{,}6 \times 10^{-6}$$

een bedrag, dat veel hooger was, dan door TREY [12]) werd aangegeven en ook in vergelijking met andere suikers veel te hoog moest zijn.

Toen het gelukte, de β-suiker uit pyridine te bereiden en deze een spec. geleidend vermogen bleek te bezitten:

$$\varkappa_{25^\circ} = 10{,}8 \times 10^{-6},$$

een bedrag, dat lager was dan TREY aangeeft, en praktisch constant bleek te zijn, was het duidelijk, dat de boven bereide α-melksuiker niet zuiver was, daar we daarvoor dezelfde waarde hadden moeten vinden.

Bij het herhaald omkristalliseeren van den melksuiker uit water, bleken de eerste praecipitaten het minst zuiver te zijn en zette zich uit de moederloogen de melksuiker met het goede spec. geleidend vermogen af. Gemakkelijker bereidt men echter de zuivere α-verbinding via den β-vorm uit pyridine, welke laatste vorm, door bewaren onder water bij kamertemperatuur, in enkele maanden vanzelf in de α-verbinding overgaat.

Daar de α-melksuiker ($C_{12}H_{22}O_{11} . H_2O$) boven 125° *) zijn kristalwater verliest en het drogen in een stoof bij 125°—130° gevaar oplevert voor geel worden van den suiker, ligt het voor de hand den suiker in een bad (bijv. glycerinebad) op 125°—130° te verwarmen. Verwekt men daarna vacuum dan zal het water snel moeten afdestilleeren. Verhit men echter een glazen kolf met $\pm$ 15 gr. α-melksuiker aldus in een glycerinebad van 129°—130° dan ziet men slechts zeer langzaam het water ontwijken. Ook GILLIS [28]) beschrijft de gevaren voor een snelle bereiding dezer watervrije α-verbinding langs dezen weg. Teneinde dit verschijnsel te kunnen verklaren werden de verschillende temperaturen aan eene contrôle onderworpen. Het bleek toen, dat onder de voorwaarden van de proef de temperatuur in den kolf aanmerkelijk verschilde met die van het bad.

De proef geschiedde in een Jena rondkolfje van $\pm$ 300 cc inhoud, waarvan de glasdikte 1,5 mm. bedroeg. Wanneer men nu een thermometer (glazen kwikreservoir was 18 mm. lang) met de punt binnen tegen den glaswand van het kolfje bracht dan bleek het temperatuurverschil tusschen de beide

*) Verliest ook kristalwater beneden 125°, doch zeer langzaam.

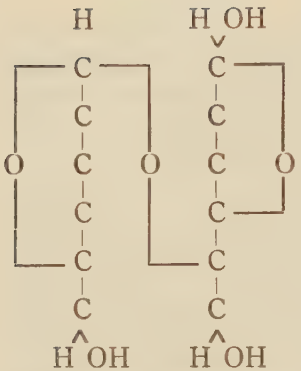
thermometers (in het bad bevond zich een thermometer die 132° wees), 1,3° te bedragen; op 1 mm. afstand van den glaswand wees de binnenthermometer 2,3° lager aan en op 4 mm. afstand wordt hetzelfde verschil 5,3°. Brengt men nu 12 gr. melksuiker in den kolf en het kwikreservoir voor de helft in den suiker dan ziet men een nog grooter verschil tusschen binnen- en buitenthermometer optreden. Om zeker te zijn, dat de melksuiker binnen in den kolf boven 125° wordt verhit moet men ofwel het bad brengen op 133°—135° ofwel den melksuiker voortdurend langs den glaswand bewegen door roeren of schudden, terwijl het bad op 129°—130° wordt gehouden. Wanneer men de laatste werkwijze toepast en den melksuiker gedurende $\frac{3}{4}$ uur in een bad van 130° houdt, daarna 15 minuten vacuum zuigt aan de waterstraalpomp, vervolgens lucht toelaat en weer 10 minuten zuigt, dan verkrijgt men zuivere watervrije α-melksuiker, indien men van zuiver α-hydraat is uitgegaan.

Eenvoudiger en sneller gelukt de bereiding, indien men een dergelijke inrichting toepast als die, waarvan gebruik werd gemaakt voor het aantoonen van sporen vocht. Neemt men de buis iets wijder en het bad wat langer, dan kan men door de buis telkens te draaien en inmiddels langzaam gedroogde lucht (zoo noodig verwarmde) over te voeren, in korten tijd grootere hoeveelheden zuiver witte watervrije α-melksuiker bereiden, zonder dat men het verloop behoeft te controleeren door wegen, daar het ontwijken van geringe hoeveelheden water zich gemakkelijk laat waarnemen.

ONDERZOEK VAN α- EN β-MELKSUIKER.

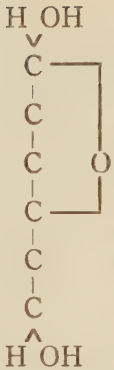
De, op de beschreven wijze verkregen vormen van den melksuiker, dienden voor het verdere onderzoek.

De onderzoekingen van BÖESEKEN en COUVERT [34]), hadden reeds aangetoond voor glucose, xylose, rhamnose en mannose dat het proces van de mutarotatie zooals dat polarimetrisch te volgen is, met dezelfde snelheid verloopt als de verandering, die het geleidingsvermogen dier suikers ondergaat in tegenwoordigheid van boorzuur. Daar we de lactose hebben op te vatten als een 5-glucose-β-galactoside, waarvan de figuren 12 en 13 een voorstelling geven, als een verbinding dus, die een glucose-groep bevat, die met het 5^e C-atoom gebonden is aan het



5-Glucose-β-Galactoside-Lactose.

Fig. 12.



Glucose.

Fig. 13.

1e koolstofatoom van het galactose molecule.

Het glucose molecule kan dan de structuur bezitten, zooals wordt aangenomen voor de gewone vormen der glucose, nl. een 5-ring van 4 C-atomen met 1 zuurstofatoom als de figuur aangeeft. We hebben hier dus te maken met ringvormige lichamen, waarvan in de inleiding melding wordt gemaakt *).

Is nu het verschijnsel der mutarotatie een gevolg daarvan, dat de beide H- en OH-groepen aan het eindstandige optisch actieve koolstofatoom van stand veranderen, zich verplaatsen t.o. van het vlak van den ring, dan zal de gelegenheid voor het vormen van een complexe verbinding met boorzuur gunstiger of ongunstiger moeten worden, al naar gelang men bij het oplossen van de eene of van de andere vorm van den suiker uitgaat. Het geleidingsvermogen der oplossingen zou dus ook moeten toe- of afnemen. Door dus de theorie van BÖESEKEN over de eigenschappen van polyhydroxyverbindingen met OH-groepen aan 2 naburige koolstofatomen met betrekking tot boorzuur toe te passen op de veranderingen die het geleidingsvermogen der beide suikervormen in tegenwoordigheid van boorzuur ondergaat, kan dus uitgemaakt worden welke structuur resp. aan α- en β-verbinding toekomt. Zoo kan de opvatting van TANRET [35]), dat de beide OH-groepen aan de 1,2 C-atomen in de β-glucose zich in transpositie zouden bevinden (zulks op grond van de grootere stabiliteit van de β-glucose), door de theorie van BÖESEKEN worden bevestigd. Boorzuur toch verhoogt vrij sterk het geleidend vermogen van de beide glucosevormen. Bij overgang van α-glucose $\rightleftarrows$ β-glucose neemt het specifiek geleidend vermogen af en omgekeerd.

*) Daar we volgens de nieuwere onderzoekingen (zie hoofdstuk VI, Glucose) in den gewonen vorm van de glucose een amyleenoxydring hebben aantenemen, is het mogelijk, dat de gegeven formule voor de lactose een analoge verandering moet ondergaan.

van

$\frac{1}{2}$ mol. opl. van β melksuiker. $t = 25°$.

tijd in min. en sec. t	afgelezen draaiingen α_t	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$	$(K + K_1) \cdot 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$
0,	13,50		
2,34	74	203	78,7
4,21	90	344	79,1
6,3	14,03	471	78,0
8,31	25	668	78,5
10,48	44	855	79,1
13,47	66	1082	78,5
16:11	83	1266	78,2
19,28	15,09	1536	78,9
22,24	25	1757	78,5
24,36	40	1947	79,2
27,50	58	2186	78,5
30,17	71	2367	78,2
35,46	16,00	2801	78.3
43,54	39	3463	78,9
51,18	68	4029	78,6
56,22	87	4445	78,9
63,28	17,10	5009	79,0
74,24	39	5843	78,6
89,47	73	7082	78,9
102,40	94	8072	78,5
∞	18,76		
		Gem.	78,7

Controle proeven gaven als gem.

I	79,4
II	79,0
III	78,9
IV	78,2
V	77,9
Gem.	78,6

$\frac{1}{2}$ mol. opl. van β melkzuiker + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur. $t = 25°$.

tijd in min. en sec. t	afgelezen draaiingen α_t	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$	$(K + K_1) \cdot 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$
0,	13,40		
4,55	88	412	83,6
7,14	14,09	606	83,8
9,32	27	799	84,2
11,25	46	969	84,8
13,32	64	1158	85,8
16,00	83	1366	85,4
18,29	15,01	1573	85,2
21,13	21	1815	86,1
23,34	39	2045	87,1
26,52	59	2315	85,8
29,42	75	2575	86,0
35,10	16,05	3011	85,4
39,23	27	3387	86,0
44,00	49	3799	86,4
50,16	72	4276	85,2
60,52	17,09	5175	85,0
69,17	35	5940	85,7
87,40	78	7605	86,8
∞	18,70		
		Gem.	85,4

Controle proeven gaven als gem.

I	85,7
II	85,0
III	84,3
IV	83,7
V	83,5
Gem.	84,6

TABEL 16.

POLARISATIE

van

½ mol. opl. van α melksuiker.
$t = 25°$.

tijd in min. en sec. t	afgelezen draaiingen α_t	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$	$(K + K_1)$. $10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$
0,	24,02		
2,57	23,74	238	80,8
5,32	51	443	80,4
7,37	23	607	79,6
13,29	22,87	1072	79,0
16,40	62	1344	80,5
20	41	1587	79,3
25,32	07	2012	78,8
30,20	21,78	2410	79,4
36,53	54	2806	78,7
45	09	3536	78,2
53,41	20,73	4265	79,5
65	37	5142	79,1
91,17	19,78	7124	78,0
∞	18,76		
			Gem. 79,3

Controle proeven geven gem.

I	79,9
II	79,1
III	78,9
IV	78,5
V	78,4
Gem.	79,0

TABEL 17.

½ mol. opl. van α melksuiker + ½ mol. boorzuur.
$t = 25°$.

tijd in min. en sec. t	afgelezen draaiingen α_t	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$	$(K + K_1)$. $10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \cdot 10^4$
0,	23,51		
2,39	32	175	84,7
3,35	19	299	83,5
6,37	22,94	549	83,0
9,7	73	770	84,6
11,28	57	946	84,0
13,57	36	1189	85,1
17,50	10	1510	84,7
23,53	21,74	1998	83,8
27,21	57	2248	83,6
34,46	18	2885	83,0
40,37	20,92	2388	83,1
47,41	62	4002	83,8
59,46	23	4994	83,6
91,38	19,52	7727	84,9
∞			
			Gem. 83,9

Controle proeven geven gem.

I	84,5
II	84,2
III	83,7
IV	83,6
V	83,0
Gem.	83,8

Gezien de aanwezigheid der vrije glucosegroep in de lactose, kunnen we ook verwachten, dat het geleidingsvermogen van den melksuiker den invloed zal ondervinden van de toevoeging van boorzuur.

Gaan we nu de constante bepalen van de mutarotatie met behulp van den polarimeter, dan bemerken we echter geen of nagenoeg geen invloed van het boorzuur op die constante. Evenmin wordt het specifiek draaiend vermogen zelf noemenswaardig door het boorzuur beïnvloed, hetgeen analoog is, aan hetgeen wordt gevonden voor de glucose, etc.

De tabellen 14—17 geven hiervan een beeld.

De resultaten die de bepaling van het geleidingsvermogen opleverde zijn in tabel 18 samengevat. De oplosbaarheid van melksuiker bij kamertemperatuur is niet groot genoeg om $\frac{1}{2}$ mol. en $\frac{1}{4}$ mol. oplossingen van melksuiker te bereiden. Al maakt men de suiker in een kogelmolen zeer fijn, lukt het niet de oplossingen bij gewone temperatuur te bereiden. De oplosbaarheid bij $\pm$ 15° bedraagt $\pm$ 7½ gr. per 100 cc oplossing.

Teneinde oplossingen van hoogere concentratie te verkrijgen

TABEL 18.

Concentratie der oplossingen in Gram—Mol./Liter.		Boorzuur oplossing.	β — melksuiker $\varkappa_{25°} \times 10^{-6}$			α — melksuiker $\varkappa_{25°} \times 10^{-6}$		
Melksuiker.	Boorzuur.		Zonder Boorzuur.	met Boorzuur		Zonder Boorzuur.	met Boorzuur	
				Gevonden.	Berekend.		Gevonden.	Berekend.
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
$\frac{1}{2}$ mol	$\frac{1}{2}$ mol	27,8	12,3	$\longrightarrow$ 34,8—37,5	39,8	12,9	$\longleftarrow$ 37,9—39,1	40,7
$\frac{1}{4}$ mol	$\frac{1}{4}$ mol	11,8	8,3	$\longrightarrow$ 20,6—22,2	20,1	8,7	$\longleftarrow$ 22,1—23,0	20,5
$\frac{1}{8}$ mol	$\frac{1}{8}$ mol	4,8	5.4	$\longrightarrow$ 10.1—10,7	10,7	5,6	$\longleftarrow$ 11,0—11,6	10,4
$\frac{1}{16}$ mol	$\frac{1}{16}$ mol	3,9	3,5	$\longrightarrow$ 5,7—6,1	7,4	3,7	$\longleftarrow$ 5,9—6,1	7,6
$\frac{1}{4}$ mol	$\frac{1}{2}$ mol	27,8	8,3	$\longrightarrow$ 32,9—33,7	36,1	8,7	$\longleftarrow$ 34,3—35,1	36,5
$\frac{1}{8}$ mol	$\frac{1}{2}$ mol	27,8	4,8	$\longrightarrow$ 29,0—29,9	32,6	5,6	$\longleftarrow$ 30,5—31,0	33,4

moest verwarmd worden, hetgeen geschiedde door de kolfjes te schudden in water dat een temperatuur van 40°—45° bezat.

Na oplossing werd nu snel gekoeld tot 25° en gevuld in het weerstandsvat of in de polarimeterbuis. De melksuiker slaat niet uit de oplossing neer, omdat melksuiker de eigenschap bezit, sterk oververzadigde oplossingen in water te vormen

De waarden uit de kolommen III, IV, V en VIII zijn verkregen als het gemiddelde uit reeksen waarnemingen. Kolom IV en VII geven de waarden van het geleidingsvermogen van de oplossing, nadat gerekend kan worden, dat het evenwicht bereikt was. Kolom VI en IX bevatten getallen, die ontstaan door sommeeren van de waarden van kolom III met die van IV en VII. Alle waarden zijn gevonden door berekening uit de waarnemingen, zonder de waarde van het eigen geleidend vermogen af te trekken.

Zooals uit de waarden van het geleidingsvermogen uit bovenstaande tabel blijkt, geeft $\frac{1}{2}$ mol. boorzuuroplossing met $\frac{1}{2}$ mol. melksuikeroplossing geen verhooging van het geleidingsvermogen ofschoon dat wel te verwachten was, op grond van de structuur van den melksuiker. De invloed van boorzuur op het geleidend vermogen van den melksuiker is zelfs in die concentratie eerder zwak negatief te noemen. Al verhoogt echter het boorzuur het geleidend vermogen van melksuiker niet, toch is er een duidelijk verschil te constateeren in het gedrag van boorzuur t.o. van het geleidend vermogen van α- tegenover β-melksuiker. Evenals bij de glucose kan men de α- en β-lactose van elkaar onderscheiden, door een resp. toe- en afname van het geleidend vermogen der beide vormen in oplossing, al is deze ook aanmerkelijk kleiner dan bij de glucose. Theoretisch zouden de eindwaarden van het geleidend vermogen uit de kolommen V en VIII hetzelfde moeten zijn. Deze overeenstemming te verkrijgen is mij echter niet gelukt.

Geschiedt de verandering van het geleidingsvermogen voor de α- en β-vorm van de lactose nu ook met dezelfde snelheid als de verandering van het spec. draaiend vermogen? Bij meermaals herhaalde proeven werden resultaten verkregen, als door de tabellen 19 t/m 24 wordt weergegeven.

De oplossing van melksuiker werd bereid door overmaat suiker te schudden met water, waarna door een vooraf gereed gemaakt asbestfilter direct in het weerstandsvaatje werd gefiltreerd. Op deze wijze verkrijgt men oplossingen die bijna $\frac{1}{4}$ mol. suiker per L. bevatten.

van

$\frac{1}{2}$ mol. β - melksuiker + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur.
9,43—9,48 opgel. 9,53 = 0
$R = 3900\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$\frac{1}{t}log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4 = (k+k_1)\cdot 10^4$	$\varkappa_{25°}$
0	512,6	—	—	35,84
2,50	511,3	498	178	36,03
5,35	510,7	749	134	36,12
9,35	510,3	924	96	36,17
15,30	509,6	1250	80	36,28
21,30	509,0	1549	72	36,37
28,30	508,0	2100	74	36,51
41,30	506,0	3468	83	36,81
56,30	505,0	4357	77	36,96
76,30	504,2	5229	68	37,07
104,30	503,5	6168	59	37,17
194	502,3	8488	44	37,35
260	501,8	1,0000	38	37,41
∞ 5 uur n.m.	500,6	—	—	37,61
7. u. 30 n.m.	500,6			
9 uur v.m. (volgenden dag)	499,5			

± $\frac{1}{2}$ mol. α - melksuiker + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur.
9,22—9,30 opgel. 9,37 = 0
$R = 4000\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$\frac{1}{t}log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4 = (k+k_1)\cdot 10^4$	$\varkappa_{25°}$
0	518,3	—	—	33,67
3,25	519,2	374	110	33,55
8,20	519,7	597	72	33,45
27,28	522,0	1801	66	33,19
49,30	524,0	3214	65	32,91
67,30	524,9	4039	60	32,8
102,30	526,0	5323	52	32,65
158	527,0	6950	44	32,52
262	527,8	8913	39	32,42
348	528,2	10374	30	32,37
437	528,5	11923	27	32,33
7 u. 30	529,2	—	—	32,23
volgenden dag 9 u. v.m.	529,0			
4 u. n.m.	527.4			

TABEL 21. VERANDERING VAN HET GELEIDINGSVERMOGEN van TABEL 22

$\frac{1}{3}$ mol. β - melksuiker + $\frac{1}{3}$ mol. boorzuur.
10,32—10,37 opgel. 10,42 = 0
$R = 3850\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Afl. op meetrol. a	$log \frac{\varkappa_o - \varkappa_\infty}{\varkappa_t - \varkappa_\infty} \cdot 10^4$	$(k + k_1) \cdot 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\varkappa_o - \varkappa_\infty}{\varkappa_t - \varkappa_\infty} \cdot 10^4$	$\varkappa_{25°} \cdot 10^6$
0	517,2	—	—	35,65
4,22	516,0	458	105	35,82
10,40	514,7	1015	95	36,00
15	513,8	1447	96	36,14
26	512,1	2404	92	36,37
37	511,0	3158	86	36,54
62	509,0	4994	81	36,84
81	508,2	6020	74	36,95
158	506,8	8751	55	37,17
218	506,3	1,0378	47	37,24
358	505,7	1,3802	39	37,33
∞	505,2	—	—	37,39

$\pm \frac{1}{5}$ mol. α - melksuiker + $\frac{1}{3}$ mol. boorzuur.
9,00—9,12 opgel. 9,17 = 0
$R = 4100\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Afl. op meetrol. a	$log \frac{\varkappa_o - \varkappa_\infty}{\varkappa_t - \varkappa_\infty} \cdot 10^4$	$(k + k_1) \cdot 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\varkappa_o - \varkappa_\infty}{\varkappa_t - \varkappa_\infty} \cdot 10^4$	$\varkappa_{25°} \cdot 10^6$
0	514,7	—	—	33,81
4,38	515,9	538	116	33,66
12,40	516,9	1043	82	33,52
20,30	517,7	1495	73	33,41
28	518,3	1867	67	33,34
34,30	518,9	2275	66	33,25
45,30	519,6	2804	62	33,15
62	520,5	3596	58	33,04
89	521,3	4446	50	32,94
135	522,3	5817	43	32,80
232	523,4	8087	35	32,65
452	524,5	1,3138	29	32,51
∞	525,0	—	—	32,45

Na 15 minuten van het begin der waarnemingen worden de secunden afgerond tot halve minuten.

TABEL 23. VERANDERING VAN HET GELEIDINGSVERMOGEN van TABEL 24.

$\frac{1}{2}$ mol. β - melksuiker.
9,53—9,58 opgel. 10,07 = 0
$R = 10000\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$(k+k_1).\ 10^4 = \frac{1}{t} log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$\varkappa_{25^\circ}\ 10^6$
0	529,0	—	—	13,09
5	529,0	0	—	13,09
53	529,3	91	1,7	13,07
113	531,5	816	7,2	12,96
152	532,4	1152	7,6	12,91
233	533,8	1732	7,4	12,84
298	535,0	2299	7,7	12,72
383	537,4	3720	9,5	12,65
441	538,8	4832	11,0	12,58
538	540,0	6081	11,3	12,53
683	541,4	8220	12,0	12,45
∞	543,6	—	—	12,33

$\frac{1}{4}$ mol. α - melksuiker.
10,04—10,14 opgel. 10,28 = 0
$R = 10000\ \Omega$ $Cap._{vat} = 0{,}147$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$\frac{1}{t} log\frac{\varkappa_o-\varkappa_\infty}{\varkappa_t-\varkappa_\infty}\cdot 10^4$	$\varkappa_{25^\circ}\ 10^6$
0	602,3	—	—	9,71
5	602,0	— 81	— 16,2	9,72
14	601,5	— 112	— 8,0	9,74
92	595,7	— 1500	— 16,0	9,98
167	594,2	— 1779	— 11,0	10,04
257	597,0	— 1243	— 4.8	9,92
337	599,2	— 769	— 2,3	9,83
392	600,5	— 463	— 1,2	9,78
482	604,0	+ 488	+ 1,0	9,61
507	605,5	969	1,9	9,58
542	606,3	1249	2,3	9,55
712	612,8	4637	6,5	9,29
752	614,6	7359	9,8	9,24
∞	618,3	—	—	9,08

Van den β-melksuiker zijn op deze wijze gemakkelijk $\frac{1}{2}$ mol. oplossingen te bereiden.

Indien noodig, werd de concentratie dezer oplossingen bepaald met behulp van den polarimeter.

De gegeven tabellen bevatten de verandering van het geleidingsvermogen van de beide vormen van den melksuiker, zoowel met als zonder boorzuur. Voor den β-vorm waren de oplossingen steeds $\frac{1}{2}$ molair. De oplossingen der α-verbinding echter $\pm$ 1/5 molair en werden bereid door overmaat α-verbinding in water te brengen en na eenige minuten, door een vooraf vervaardigd asbestfilter direct in het weerstandsvat te filtreeren (dit filter moet natuurlijk zoodanig zijn, dat geleidingswater er door gefiltreerd, niet verandert). Zoo noodig werd na afloop van de proef, door polarisatie de concentratie der oplossing bepaald.

Beschouwen we de tabellen nader dan zien we, dat de α- en β-vorm zich met boorzuur in zooverre „normaal" gedragen, dat na het oplossen het geleidend vermogen van de β-verbinding toeneemt en dat der α-verbinding afneemt en omgekeerd. Een „constante" voor een unimoleculaire reactie werd echter niet gevonden, zoomin voor de α- als voor de β-verbinding.

Uit de tabellen 23 en 24 blijkt echter, dat de beide vormen der suikers zelf, dus zonder boorzuur, op eigenaardige wijze het geleidingsvermogen beïnvloeden. Bij de β-suiker, blijft het geleidingsvermogen eerst eenigen tijd constant, om daarna te verminderen, tegengesteld dus aan 't effect dat veroorzaakt zou worden door de plaatsverandering van de H- en de OH-groepen aan het eindkoolstofatoom van het glucosemolecuul.

Bij de α-verbinding daarentegen neemt eerst het geleidend vermogen gedurende eenigen tijd toe, om daarna weer af te nemen. Het is hieruit duidelijk, dat er zich processen afspelen in het molecule, die het geleidingsvermogen doen veranderen, doch blijkbaar geen invloed hebben op de specifieke draaiing of wel zoo'n geringe invloed, dat deze aan de waarneming ontglipt bij polarisatie.

Uit analogie met de andere suikers, mogen we wel aannemen, dat ook bij de lactose de verandering die zich als de mutarotatie doet kennen, ook de weerstand van de lactose met boorzuur op dezelfde wijze verandert, als het specifiek

draaiend vermogen. Daarnaast verloopen dan bij de lactose één of meer nevenprocessen, (intramoleculaire veranderingen, al of niet beïnvloed door boorzuur), die het geleidend vermogen doen veranderen en die voorts de oorzaak zijn van het niet vinden van een constante voor een monomoleculaire reactie.

Ik moet er hier op wijzen, dat de waarnemingen bij de zuivere suikers, op groote moeilijkheden stuitten. 't Minimum is soms zeer moeilijk of in 't geheel niet te bepalen, waardoor de proef alsdan moet worden afgebroken. De tijden zijn dan ook in minuten aangegeven (geen onderdeelen), omdat de waarnemingen zoo weinig nauwkeurig en constant zijn. Dat sporen verontreinigingen een belangrijke rol spelen, moge 't volgende geval verduidelijken.

Aan de oplossing van α-melksuiker werden 3 druppels verdunde ammoniaoplossing toegevoegd en 10 minuten later de weerstand van de oplossing gemeten. Daar ammonia het mutarotatieproces ook bij melksuiker in dien tijd praktisch ten einde brengt, zou het mogelijk kunnen zijn, dat, indien ammonia geen invloed uitoefende op de veronderstelde intramoleculaire processen doch alleen op de mutarotatie, men op deze wijze de veranderingen aan het eind-C atoom der glucosegroep kon uitschakelen, zoodat die andere processen te meten zouden zijn.

Het bleek echter onmogelijk de weerstand te bepalen, die van 10 000 Ω gevallen was op minder dan 100 Ω en voortdurend zonder eenigen regelmaat terugliep.

Na deze proef werden vaatje en electroden verschillende malen uitgewasschen met heet water, en met geleidingswater uitgespoeld. Na 24 uur staan met water en nog eens met heet water uitwasschen werd een ½ molaire oplossing van melksuiker onderzocht, waarbij de volgende aflezingen werden genoteerd:

TABEL 25.

10u 41^5 = 0	= 535,0	aflezingen a op meetrol
11u 25	526,8	
12u	523,0	
1u 30	490,0	

opnieuw vullen na 1u 30 met nieuwe oplossing uit het kolfje dat steeds in het bad had gehangen:

TABEL 26.

2u	= 0 =	535,3	aflezingen a op meetrol
3u 40		522,0	
4u 50		519.0	

Eerst na behandelen met Kaliumbichromaat en sterk zwavelzuur en langdurig uitkoken en spoelen werd het vaatje weer normaal. Duidelijk blijkt hieruit de invloed van sporen onzuiverheden (hier waarschijnlijk alkali uit het glas) op het gedrag van melksuiker bij de weerstandsbepaling. Ook is het niet uitgesloten, dat de doorgang van den electrischen stroom op dat gedrag zijn invloed doet gelden.

Op analoge afwijkingen, als de melksuiker vertoont, komen we nog nader terug bij de galactose.

Verschillende proeven werden nog genomen met betrekking tot de verandering van het geleidend vermogen en van de draaiing met en zonder boorzuur bij andere temperaturen dan 25° (bij 12,9°, 15,5° en 20°—); aangezien de resultaten analoog waren met de gegevene, zijn zij niet opgenomen.

HOOFDSTUK III.

MELIBIOSE.

Deze suiker werd verkregen door raffinose te behandelen volgens de methode LOISEAU [1]) met bovengist *), zooals uitvoerig wordt beschreven door HUDSON en S. HARDING [2]). Inderdaad bleek ijsazijn de kristallisatie der melibiose uit de stroop te bevorderen, zooals later door HARDING [3]) wordt aanbevolen.

9,1 gr. onzuivere melibiose werden uit de 25 gr. raffinose verkregen. Na nog 1 maal omkristalliseeren van 7,1 gr. werden 5,8 gr. melibiose verkregen, die wel de goede specifieke draaiing vertoonde, doch voor de weerstand waarschijnlijk nog niet zuiver genoeg was. De hoeveelheid stof was te gering om nog verder om te kristalliseeren en werd dus het geleidend vermogen van dezen suiker alleen en met boorzuur onderzocht.

$\frac{1}{2}$ mol. melibiose.

$R = 2000\ \Omega$ cap. van het vat = 0,145
1u.57—2u. opgelost
2u.10 aflezing op meetrol: 523,4
corr. met $\varkappa_{25} = 66.2 \times 10^{-6}$

$\frac{1}{2}$ mol. melibiose + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur.
$\varkappa_{25^\circ}$ van het boorzuur $= 27{,}8 \times 10^{-6}$

$R = 1600\ \Omega$ cap. van het vat = 0,145
2u.59—3u.05 opgelost
3u.11 a = 500,0 corr. met $\varkappa_{25^\circ} = 87{,}4 \times 10^{-6}$.

Van de onderzochte suiker was $[\alpha]_D^{25^\circ}$ **) = 128,8° voor C = 5 gr/100 cc.

Bij de melibiose veroorzaakt boorzuur dus ook geen vermeerdering van het geleidingsvermogen. Daar mij voldoende suiker ontbrak, moest het verder onderzoek worden gestaakt; toch zou het van belang zijn te weten of ook in de melibiose

---

*) Een reincultuur van Bovengist werd mij welwillend afgestaan door de Brouwerij „de Gekroonde Valk" te Amsterdam.

**) Volgens BAU (Z.V.d.Z.I. 41, 481, (1904)) bedraagt $[\alpha]_D$: 129,64°.

het „galactose"-deel van het molecule veranderingen veroorzaakt, zooals dat in den melksuiker het geval is.

Zoodra ik in het bezit zal zijn gekomen van katoenzaadmeel met een behoorlijk raffinosegehalte, zoodat het mogelijk wordt daaruit de noodzakelijke, grootere hoeveelheid melibiose te bereiden *), in plaats van uit de zeer dure raffinose, zullen deze proeven worden voortgezet.

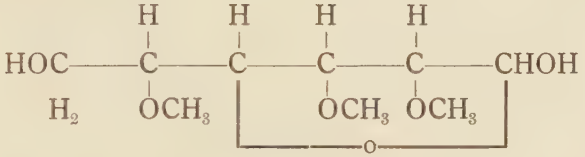
*) Het kantoenzaadmeel waarover ik beschikte bevatte slechts 0,8 % raffinose.

HOOFDSTUK IV.

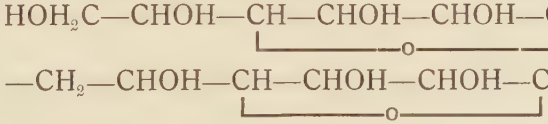
MALTOSE.

De bereiding van dezen suiker geschiedde op de bekende wijze [1]), door inwerking van gerstmout-extract op verstijfseld zetmeel. Door herhaaldelijk omkristalliseeren uit 90% -ige alcohol, laat de suiker zich gemakkelijk zuiveren, ofschoon de verwijdering van de laatste sporen dextrine veel materiaal vereischt.

HAWORTH en LEITCH [2]) metyleerden de maltose volledig tot een heptametyl-metylmaltoside, hetwelk na splitsing een tetrametylglucose en een trimetylglucose van de volgende samenstelling opleverde:



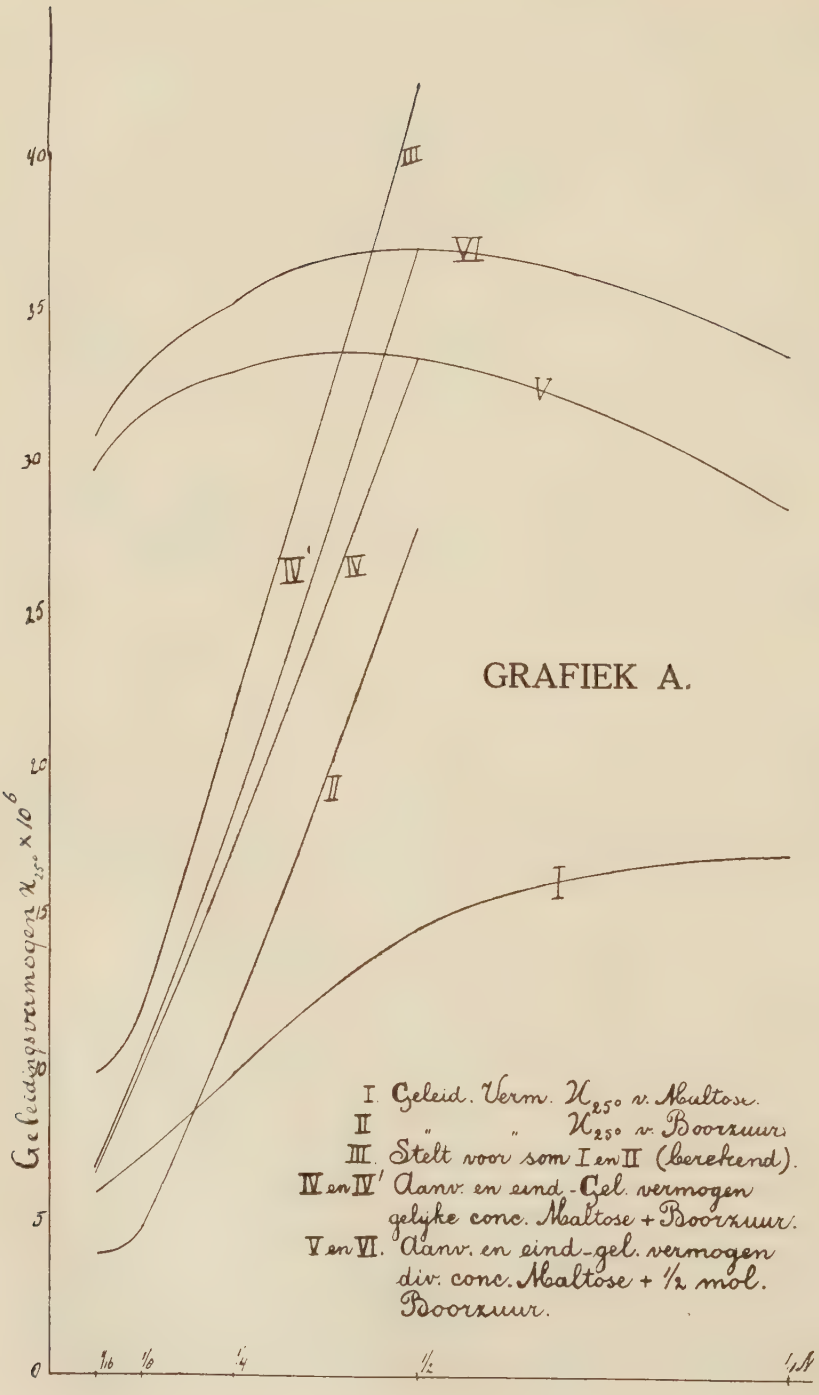
waardoor het bewijs werd geleverd, dat C-atoom 6 de plaats is van aanhechting van de beide glucosegroepen. We hebben dus bij de maltose te maken met een 6-Glucose-α-Glucoside



(Daar de nieuwere onderzoekingen over de structuur der glucose (zie hoofdstuk glucose) waarschijnlijk hebben gemaakt, dat de glucose geen butyleenoxydring, doch een amyleenoxydring bevat, is het duidelijk, dat voor de gegeven structuur van de maltose een analoge wijziging niet is uitgesloten).

Zooals de structuur van de maltose aangeeft bevat het molecule een vrije glucosegroep en zouden we dus weer kunnen verwachten, dat de maltose, evenals de vrije glucose, het geleidingsvermogen van boorzuur sterk doet toenemen.

Tabel 27 geeft een overzicht van het geleidingsvermogen van maltose met boorzuur in verschillende concentraties.


GRAFIEK A.
Geleidingsvermogen $\varkappa_{25°} \times 10^6$
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1/16
1/8
1/4
1/2
1/1
III
VI
V
IV'
IV
II
I
I. Geleid. Verm. $\varkappa_{25°}$ v. Maltose.
II " " $\varkappa_{25°}$ v. Boorzuur.
III. Stelt voor som I en II (berekend).
IV en IV' Aanv. en eind-Gel. vermogen gelyke conc. Maltose + Boorzuur.
V en VI. Aanv. en eind-gel. vermogen div. conc. Maltose + ½ mol. Boorzuur.

TABEL 27.

Concentratie der oplossing in gram. mol./L.		Boorzuur-oplossing.	Maltose $\varkappa_{25}° \times 10^6$		
Maltose.	Boorzuur.	$\varkappa_{25}° \times 10^6$	Zonder boorzuur.	Met boorzuur.	
				Gevonden.	Berekend.
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1/1	1/2	27,8	17.4—17,5	28,5—33,3	45,2—45,3
1/2	1/2	27,8	14,6—14,7	33,3—36,9	42,4—42,5
1/4	1/2	27,8	9,8	32,8—35,1	37,8
1/8	1/2	27,8	7,1	31,5—32,9	34,9
1/16	1/2	27,8	5,9	29,6—30,7	33,7
1/4	1/4	11,8	9,8	17,3—18,7	21,8
1/8	1/8	4,8	7,1	9,8—10,4	11,9
1/16	1/16	3,9	5,9	6,5—6,8	9,8

Zooals uit de tabel blijkt, heeft toevoeging van boorzuur aan maltoseoplossingen geen verhooging van het geleidingsvermogen tengevolge. Integendeel: de invloed van boorzuur op het geleidend vermogen is negatief. Voegen we aan een $\frac{1}{2}$ molaire oplossing van boorzuur stijgende hoeveelheden maltose toe, dan nemen we aanvankelijk een toename van het geleidingsvermogen waar (het geleidingsvermogen blijft echter steeds kleiner dan de som der beide componenten). Bij het stijgen van de maltose-concentratie zien we de waarden voor het geleidingsvermogen van het mengsel een maximum bereiken, om daarna af te nemen en bij een concentratie van $^1/_1$ mol. maltose te naderen tot de waarden voor het boorzuur zonder suiker.

Bijgaande grafische voorstelling A brengt dit verloop duidelijk in beeld.

Hierop stelt kromme IV′ de eindwaarde voor van het gemeten geleidingsvermogen voor de oplossingen met gelijke concentraties van boorzuur en maltose, kromme IV de gemeten beginwaarde.

Kromme V en VI geven weer, welken invloed maltose oefent op het geleidend vermogen van $^1/_2$ molaire oplossing van boorzuur.

De waarden voor het geleidingsvermogen van het evenwichtsmengsel van $\alpha \rightleftarrows \beta$-maltose zijn niet scherp te bepalen, daar de maltose onder de voorwaarden van de proeven langzaam wordt ontleed. (Niet uitgesloten is hier de werking van lagere organismen).

TABEL 27. VERANDERING VAN HET SPEC. DRAAIENDVERMOGEN van TABEL 28.

½ mol. maltose oplossing in water
9,42—9,46 opgelost

9,54 = 0 lengte buis 2 d.M.

Tijd in min. en sec. t	Afgelezen draaiing. α	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$	$(k + k_1) . 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$
0	41,47	—	—
5′ 33″	41,92	405	79,2
10′ 51″	42,39	872	80,3
16′ 27″	42,79	1313	79,8
19′ 46″	43,06	1639	83,1
25′ 10″	43,40	2087	83,0
31′ 15″	43,72	2555	81,8
37′ 44″	44,05	3097	82,1
43′ 56″	44,31	3578	81,5
48′ 59″	44,52	4010	81,8
56′ 21″	44,77	4587	81,2
63′ 4″	44,97	5111	81,1
69′ 36″	45,16	5675	81,3
80′ 16″	45,39	6473	80,7
89′ 38″	45,59	7311	81,5
99′. 3″	45,75	8121	82,0
—	46,53	—	—
		Gem.	81.4

Gem. uit 4 waarnemingen: 80,5; 81,4; 82,9; 83,6: 81,9

½ mol. maltose oplossing + ½ mol. boorzuur-oplossing
9,22—9,27 opgelost

9,36 = 0 lengte buis 2 d.M.

Tijd in min. en sec. t	Afgelezen draaiing. α	$log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$	$(k + k_1) . 10^4 = \frac{1}{t} log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$
0	41,63	—	—
4′ 7″	42,06	396	96,5
7′ 32″	42,40	737	98,2
10′ 50″	42,71	1073	99,0
14′ 33″	43,03	1450	99,7
19′ 16″	43,40	1931	100,2
23′ 46″	43,68	2334	98,3
28′ 25″	43,99	2829	99,7
32′ 27″	44,20	3199	98,6
37′ 33″	44,47	3727	99,3
43′ 45″	44,75	4351	99,5
52′ 20″	45,08	5225	99,4
60′ 59″	45,34	6064	99,4
68′ 51″	45,53	6800	98,8
78′ 5″	45,72	7685	98,4
90′ 24″	45,93	8935	98,8
—	46,56	—	—
		Gem.	98,9

Gem. uit 4 waarnemingen: 97,3; 98,9; 100,6; 102,8: 99,9

van

$\frac{1}{1}$ mol. oplossing van maltose in water
8,54—9,00 opgelost
9,10 = 0 lengte buis 2 d.M.

Tijd in min. en sec. t	Afgelezen draaiing. α	$\log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$	$(k + k_1) - 10^4 = \frac{1}{t} \log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$
0	84,09	—	—
4′ 20″	84,81	361	83,3
7′ 13″	85,20	570	81,2
9′ 57″	85,64	818	82,2
12′ 9″	85,92	984	81,0
14′ 10″	86,20	1156	81,6
16′ 44″	86,55	1381	81,8
19′ 51″	86,89	1612	81,3
22′ 55″	87,28	1893	82,6
26′ 57″	87,65	2177	80,8
31′ 46″	88,16	2602	82,0
36′ 11″	88,54	2948	81,5
41′ 40″	89,03	3440	82,6
48′ 34″	89,55	4030	83,0
55′ 32″	89,94	4533	81,4
64′ 55″	90,47	5325	82,1
80′ 31″	91,15	6612	82,1
—	93,12	—	—
		Gem.	81,9

Gem. uit 2 waarnemingen: 81,0 en 81,9: 81,4

$\frac{1}{1}$ mol. oplossing van maltose + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur-oplossing
9,24—9,31 opgelost
9,41 = 0 lengte buis 2 d.M.

Tijd in min. en sec. t	Afgelezen draaiing. α	$\log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$	$(k + k_1) . 10^4 = \frac{1}{t} \log \frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} . 10^4$
0	83,88	—	—
3′ 42″	84,63	369	99,8
6′ 15″	85,06	596	98,9
8′ 33″	85,45	813	95,2
10′ 34″	85,79	1011	96,0
13′ 45″	86,20	1262	94,2
17′ 51″	86,86	1700	95,5
20′ 33″	87,22	1959	95,3
23′ 26″	87,57	2226	95,0
27′ 3″	88,01	2588	95,8
30′ 21″	88,35	2889	95,4
33′ 4″	88,64	3184	96,4
37′ 57″	89,02	3553	93,6
43′ 26″	89,51	4111	94,8
47′ 4″	89,80	4479	95,4
55′ 3″	90,34	5260	95,5
65′ 34″	90,89	6234	95,0
78′ 53″	91,43	7463	94,6
	93,08		
		Gem.	95,6

Gem. uit 2 waarnemingen: 93,8 en 95,6: 94,7

TABEL 31.

VERANDERING VAN HET GELEIDINGSVERMOGEN VAN

TABEL 32.

½ mol. maltose oplossing + ½ mol. boorzuur-oplossing

9,11—9,15 opgelost
9,19 = 0
$R = 6000\ \Omega$

$Cap._{vat} = 0{,}145$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) . 10^4$	$(k + k_1) \times 10^4 = \frac{1}{t} log\left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) . 10^4$	$\varkappa \times 10^6$
0	512,2	—	—	33,95
4′ 34″	510,3	293	64	34,19
7′ 55″	508,4	612	77	34,45
11′ 56″	506,3	994	83	34,75
15′ 27″	505,0	1251	81	34,95
20′ 52″	501,9	1940	93	35,35
27′	500,3	2348	87	35,59
34′ 50″	498,0	3015	86	35,92
40′	496,4	3554	89	36,15
46′ 20″	494,7	4214	91	36,39
57′ 30″	493,0	4999	87	36,64
69′ 20″	490,9	6231	90	36,95
81′	489,4	7399	91	37,17
114′	487,3	9878	87	37,48
145′	485,8	13386	92	37,72
—	484,6	—	—	37,90
		Gem.	85,5	

Gem. uit 4 waarnemingen: 83,2; 84,6; 85,5; 87,1: 85,1

½ mol. opl. van maltose in water
2,43—2,46 opgelost.
$R = 9000\ \Omega$

$Cap._{vat} = 0{,}1915$

Tijd.	Aflezing op meetrol. a
uur.	
3,02	583,8
3,17	583,8
3,27	583,6
3,43	582,8
8,—	582,7
volgenden dag	
12,— n.m.	525
na 24 uren	244
na 4 dagen ($R = 6000\ \Omega$)	425

TABEL 33. VERANDERING VAN HET GELEIDINGSVERMOGEN van TABEL 34.

$\frac{1}{1}$ mol. maltose + $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur-oplossing

1,30—1.35 opgelost
1,41 = 0
$R = 5000\ \Omega$

$Cap._{vat} = 0{,}145$

Tijd in min. en sec. t	Aflezing op meetrol. a	$log\left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) . 10^4$	$(k + k_1) \times 10^4 = \frac{1}{t} log\left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) . 10^4$	$\varkappa \times 10^6$
0	501,4	—	—	28,83
3′ 50″	498,9	289	76	29,11
8′ 40″	495,8	681	79	29,48
11′ 20″	493,9	942	83	29,70
17′ 40″	491,4	1317	75	30,00
20′ 30″	489,3	1661	81	30,26
24′ 50″	487,0	2075	83	30,54
29′ 20″	484,9	2496	84	30,79
35′ 40″	483,0	2920	82	31,02
42′ 10″	481,2	3367	80	31,25
49′ 30″	479,0	3989	81	31,53
54′ 20″	477,3	4545	84	31,74
60′ 40″	475,9	5066	84	31,92
77′ 40″	473,4	6200	80	32,24
89′	471,9	7062	79	32,45
131′	468,2	10518	80	32,72
—	465,2	—	—	33,33
			Gem. 80,7	

Gem. uit 2 waarnemingen: 79,3 en 80,7: 80,0

$\frac{1}{1}$ mol. opl. van maltose in water 11,5—11,12 opgelost.
$R = 5000\ \Omega$

$Cap._{vat} = 0{,}145$

Tijd.	Aflezing op meetrol. a
uur.	
11,25	625,0
12,10	624,8
4,30	624.7
8,— n.m.	624,8
volgenden morgen	
9,10 v.m.	619,6
na 24 uren	613,2

De waarden, die opgegeven worden als de beginwaarden, zijn niet de eigenlijke nul-waarden, die de kromme eigenlijk zou moeten weergeven, doch de gemeten waarden bij de proef. Van de berekening dier nul-waarden door extrapolatie werd afgezien, omdat zij slechts aanleiding zou geven tot een zeer benaderde kromme, die waarschijnlijk toch weinig van de gegevene zou afwijken en waarvan het verloop dus weinig aan het gevonden verschijnsel zou wijzigen.

Bijgaande tabellen 27 t/m 34 geven een overzicht van de wijze, waarop de specifieke draaiing en het geleidingsvermogen van de maltose veranderen, indien de suiker met of zonder boorzuur wordt opgelost.

Een beschouwing van de gegeven tabellen maakt duidelijk, dat ofschoon het geleidend vermogen van maltose door boorzuur niet wordt verhoogd, het boorzuur ons toch in staat stelt het proces der mutarotatie te volgen door meting van de verandering van het geleidend vermogen van de maltose in tegenwoordigheid van boorzuur. Dat we hier ook werkelijk het verschijnsel van de mutarotatie meten, wordt waarschijnlijk door het feit, dat de constante, die zich laat berekenen uit de waarden voor het geleidingsvermogen gevonden, niet zooveel afwijkt van degene, die de snelheid weergeeft, waarmee de verandering van het specifiek draaiend vermogen plaats heeft. Ook de omstandigheid, dat de veranderingen van de draaiing en van het geleidend vermogen over hetzelfde tijdsverloop plaats vinden, spreekt hiervoor.

Uit het feit, dat gedurende het proces der mutarotatie het geleidingsvermogen van een oplossing van maltose met boorzuur toeneemt, moeten we besluiten, dat de maltose in den β-vorm voorkomt in gekristalliseerden vorm, hetgeen overeenkomt met de geldende opvatting.

Wanneer men de veranderingen van draaiing en van geleidingsvermogen tracht te bepalen bij oplossingen van maltose en boorzuur, waarvan de concentratie der maltose kleiner is dan $\frac{1}{4}$ mol., dan blijkt, dat we het proces van de mutarotatie kunnen volgen met den polarimeter. De verandering van den weerstand verloopt echter zoo onregelmatig, dat we hier waarschijnlijk met hetzelfde verschijnsel te doen hebben als bij den zuiveren suiker, nl. dat ontleding optreedt, vermoedelijk tengevolge van den doorgang van den electrischen stroom.

HOOFDSTUK V.

FRUCTOSE.

Als uitgangsmateriaal voor de bereiding van fructose diende inuline, die door mij bereid werd uit dahliaknollen. De verwerking van inuline geschiedde op de door WOHL [1]) aangegeven en door OST [2]) gewijzigde methode. De volgens voorschrift met natriumcarbonaat geneutraliseerde oplossing van fructose werd zwak zuur gehouden en in het vacuum ingedampt. De diverse gekristalliseerde stroopen werden in een kleine centrifuge uitgeslingerd en met metylalcohol gewasschen.

De op deze wijze verkregen lichtgeel gekleurde kristallen werden uit alcohol omgekristalliseerd. Hierbij deed zich een eigenaardigheid voor; 50 gr. ruwe fructose werden met 100 cc. absoluten alcohol uitgekookt; de achtergebleven rest (± 25 gr.) werd opgelost in 50 cc alcohol (96 %) door koken in 't waterbad aan een terugvloeikoeler. Bij afkoeling zette zich een gele stroop op den bodem af en na ± 5 dagen scheidden zich in de bovenstaande vloeistof opaalachtige kristallen af. Doordat ik over te weinig materiaal beschikte was het mij niet mogelijk deze kristallen te identificeeren. Fructose was het waarschijnlijk niet, daar de kristallen in 80 %-ige alcohol zeer moeilijk oplosten, ook niet na langdurig koken, terwijl aan de oplossing toegevoegde fructose snel verdween.

Door OSAKA [3]) werd aangetoond, dat de mutarotatie bij de fructose, volgens dezelfde wet verloopt als bij glucose, arabinose, etc.

De snelheidsconstante van dat proces door hem gevonden voor de fructose bedroeg:

$$K + K' = 0{,}096 \text{ bij } 20^\circ \text{ C.}$$

COUVERT [4]) bepaalde deze constante en vond:

$$K + K' = 0{,}142 \text{ bij } 25^\circ \text{ C.}$$

voor ½ mol. fructose oplossing.

De verandering gemeten van het geleidend vermogen van een oplossing van ½ mol. fructose + ½ mol. boorzuur, bleek hem niet mogelijk, daar hij slechts gedurende 2 minuten eene

verandering van het gel. vermogen kon meten en wel van 799,2 — 803,7 $\times 10^{-6}$, waarna het proces geëindigd was.

Wel was het mogelijk de snelheid van de verandering te meten bij een oplossing van $^1/_{10}$ mol. fructose + $^1/_{10}$ mol. boorzuur. Hierbij vond COUVERT: $K + K' = 0{,}1683$ bij 25° C. voor de snelheid van de weerstandsverandering en: $K + K' = 0.15628$ bij 25° C., voor de snelheid van de draaiingsverandering, terwijl voor de waarde dezer laatste grootheid (van den suiker opgelost in water), door COUVERT werd gevonden: $K + K' = 0{,}16112$.

Deze constanten van COUVERT kan men practisch als gelijk beschouwen. Uit deze constanten zou volgen dat de toevoeging van $^1/_{10}$ mol. boorzuur aan $^1/_{10}$ mol. fructose-oplossing zoomin de snelheid van de draaiings- als van de weerstandsverandering beïnvloedt.

Daarentegen zou de toevoeging van $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur aan $\frac{1}{2}$ mol. fructose-oplossing deze grootheden dermate beïnvloeden, de snelheid zou zóó zijn toegenomen, dat zij niet meer te meten zouden zijn. Neemt men in aanmerking dat de toevoeging van $^1/_{10}$ mol. boorzuur aan $^1/_{10}$ mol. fructose het geleidingsvermogen van $\pm 5 \times 10^{-6}$ verhoogt tot $\pm 85 \times 10^{-6}$, dan wordt de gegeven voorstelling al zeer weinig waarschijnlijk. De constanten van OSAKA 0,096 bij 20° werden berekend als het gemiddelde uit 2 proeven; ééne serie van 8 waarden, die varieeren tusschen 0,068 en 0,124 en één serie van 5 waarden van 0,091 — 0,103 loopend.

Wel geeft COUVERT de constanten voor de fructose in 5 decimalen op, doch de schijn van nauwkeurigheid daardoor gewekt verdwijnt bij de beschouwing van het feit, dat de tijden worden aangegeven in geheele minuten.

Toen COUVERT zijne waarden publiceerde waren er reeds verschillende metingen door mij verricht en bleken deze niet in overeenstemming met die van OSAKA en COUVERT. Het kwam mij daarom wenschelijk voor het gedrag van fructose na te gaan, tegenover verschillende concentraties van boorzuur

De tabellen 35 t/m 57 geven daarvan een overzicht.

Uit de tabellen (tabellen 35 t/m 57) blijkt, dat boorzuur een versnellende werking uitoefent zoowel op het verloop van de mutarotatie als op de verandering van den weerstand Deze versnelling is evenredig met de concentratie van het

boorzuur. Voor concentraties grooter dan $^1/_{10}$ mol. boorzuur blijken de constanten der beide processen practisch gelijk aan elkaar te zijn.

De verandering van den weerstand van $^1/_{10}$ mol. zuivere fructose oplossing (tabel 44), verloopt als verwacht moet worden van een β-suiker; de weerstand neemt af. De verandering is echter te klein om voor het verloop daarvan een constante te berekenen. 't Eindpunt der reactie is moeilijk vast te stellen omdat de weerstand geleidelijk blijft afnemen, waarschijnlijk een gevolg van ontleding. Merkwaardig is het feit dat de snelheidsconstante voor de mutarotatie van $^1/_{10}$ mol. zuivere fructoseoplossing steeds hooger gevonden wordt dan van fructoseoplossingen in concentraties van 1/1 en 2/1 molair.

Door toevoegen van een druppel $\frac{1}{2}$ mol. boorzuur-oplossing wordt die snelheid weer verminderd. Men zou dit verschijnsel daaraan kunnen toeschrijven, dat de OH-ionen concentratie van $^1/_{10}$ mol. fructoseoplossing grooter is dan van een 1/1 of $\frac{1}{2}$ mol. oplossing. Door toevoegen van een spoor boorzuur neemt de OH-ionenconcentratie in de oplossing af en daarmee de snelheidsconstante. Bij toename van de concentratie van de fructoseoplossing neemt het geleidingsvermogen boven een zekere grens af, hetgeen blijkt uit tabel 57 en de grafische voorstelling B. Met betrekking tot de waarden in tabel 57 II moet worden opgemerkt, dat het slechts globale waarden zijn, omdat een „druppel boorzuur" uit een druppelfleschje genomen geen constante waarde heeft. Het ging hier echter niet om absolute waarden, doch om een indruk te verkrijgen van den invloed, die sporen boorzuur op fructoseoplossingen van diverse concentraties uitoefenen. De tabel spreekt voldoende duidelijk. De invloed van een druppel boorzuuroplossing op het geleidend vermogen der oplossing is zeer groot te noemen, indien men bedenkt dat de opgegeven verandering veroorzaakt wordt door toevoegen van $\pm$ 1,5 mgr. boorzuur aan 50 cc vloeistof. Van deze gevoeligheid van het geleidingsvermogen van boorzuur en fructose in mengsels, zou mogelijk partij kunnen worden getrokken voor de herkenning (eventueel doseering) van een der beide componenten.

Ofschoon het geleidingsvermogen van de zuivere β-fructose in oplossing toeneemt, komt dit verschijnsel beter tot uiting indien een spoor boorzuur wordt toegevoegd. Uit het feit, dat

A.

POLARISATIE VAN FRUCT

TABEL 35.

I.

Concentratie: $\frac{1}{4}$ mol. in 20 c.m. buis.			
Tijd in Sec. t.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	10,27	114,1	—
52	9,89	109,9	14,6
96	9,70	107,8	12,4
130	9,52	105,8	12,7
162	9,40	104,4	12,9
203	9,19	102,1	13,0
238	9,06	100,7	12,8
290	8,90	98,9	12,9
338	8,78	97,6	12,7
409	8,62	95,8	12,7
450	8,54	94,9	12,6
495	8,44	93,8	12,9
562	8,36	92,9	12,7
∞	7,90	87,8	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00129$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}077$

TABEL 36.

II.

$\frac{1}{2}$ mol. in 20 c.m. buis.			
Tijd in Sec. t.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1)$
0	19,53	108,5	—
60	19,05	105,8	1
111	18,64	103,5	1
158	18,33	101,8	1
195	18,11	100,6	1
252	17,83	99,0	1
292	17,66	98,1	1
354	17,43	96,8	1
408	17,28	96,0	1
477	17,07	94,8	1
544	16,94	94,1	1
601	16,81	93,4	1
749	16,67	92,6	1
∞	16,32	90,7	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}0012$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}077$

A.

OSSINGEN IN BOORZUUR.

TABEL 37.

III.

1/1 mol. in 20 c.m. buis.			
d in ec. *t.*	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	37,08	103,0	—
42	36,70	101,9	10,8
81	36,30	100,8	11,7
132	35,86	99,6	12,8
176	35,56	98,8	12,6
232	35,21	97,8	12,7
298	34,89	96,9	12,5
361	34,61	96,1	12,6
422	34,38	95,5	12,8
485	34,19	94,9	12,8
568	34,02	94,5	12,5
624	33,87	94,1	12,9
802	33,62	93,4	13,1
∞	33,28	92,4	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00124$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}074$

TABEL 38.

IV.

2/1 mol. in 5 c.m. buis.			
Tijd in Sec. *t.*	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	17,91	99,5	—
31	17,82	99,0	13,5
67	17,73	98,5	12,7
127	17.62	97,9	12,3
157	17,54	97,4	12,6
204	17,45	96,9	12,9
264	17,36	96,4	12,9
337	17,29	96,1	12,2
391	17,23	95,7	12,4
433	17,18	95,4	12,9
498	17,12	95,1	13,3
592	17,08	94,9	12,7
753	17,02	94,6	12,3
∞	16,90	93,9	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00127$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}076$

B.

Verandering van het geleidingsvermogen onder toevoeging

TAREL 39. I.

Concentratie: $\frac{1}{4}$ mol. $R = 10000\ \Omega$ cap. vat = 0.2221.

Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^\circ} . 10^6$	$(k+k_1) . 10^4$.
0	615,6	13,87	—
41	607,2	14,37	13,8
81	598,3	14,91	15,8
118	593.1	15,24	15,0
153	588,0	15,57	15,2
190	585,2	15,74	14,0
245	580,2	16,07	13,7
300	576,1	16,34	13,5
375	570,7	16,71	13.8
470	565,7	17,05	13.9
585	561,6	17,34	14,0
705	558,3	17,58	14,6
∞	553,0	17,95	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00143$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}086$

TABEL 40. II.

$\frac{1}{2}$ mol. $R = 4000\ \Omega$ cap. vat = 0.145.

Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^\circ} . 10^6$	$(k+k_1)$.
0	513,2	34,4	-
36	509,8	34,8	1
69	507,0	35,2	1
121	503,7	35,7	1
170	500,7	36,1	1
228	497.9	36,5	1
312	495,3	36,9	1
390	493,0	37,3	1
487	491.2	37,5	1
725	488,7	37,9	1
∞	486,4	38,3	-
—	—	—	-
—	—	—	-

Gem. $k + k_1 = 0{,}0015$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}090$

B.

E.

uppel $\frac{1}{3}$ mol. boorzuuroplossing tot 50 cc. suikeroplossing.

TABEL 41.

III.

1/1 mol. $R = 3000\ \Omega$ cap. vat = 0.145.			
d in ec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{250} \cdot 10^6$	$(k+k_1).10^4$.
0	515.5	45,4	—
41	511,2	46,2	14,8
83	507,6	46,9	14,3
116	504,7	47.4	14.9
167	501.1	48,1	15,1
202	499,2	48,5	15,0
244	496,8	48,9	15,4
301	494,7	49,3	15,0
379	491,9	49,9	15,3
510	489,2	50,4	14,9
596	487,9	50,7	14,8
874	485,6	51,3	14,5
∞	484,0	51,5	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00149$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}089$

TABEL 42.

IV.

2/1 mol. $R = 3000\ \Omega$ cap. vat = 0.145.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{250} \cdot 10^6$	$(k+k_1).10^4$.
0	519,4	44,7	—
43	514,9	45,5	15,9
89	511,1	46,2	15,4
136	507.9	46,8	15,1
177	505,2	47,3	15,5
239	502,6	47,8	14,8
278	500,8	48,2	15,1
366	498,4	48,6	14,4
470	495,7	49,1	14,7
552	494,1	49,5	15,1
775	492.2	49,9	14,2
∞	490,0	50,3	—
—	—	—	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}0015$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}090$

C.

1/10 mol. fructoseoplossing.

TABEL 43. I.

Draaiingsverandering in 20 c.m. buis.			
Tijd in Sec.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	3,99	110,8	—
42	3,89	108,0	13,3
86	3,78	105,0	14,7
133	3,68	102,2	15,3
173	3,61	100,3	15,4
211	3,55	98,6	15,6
258	3,49	97,2	15,5
301	3,44	95,6	15,7
356	3,40	94,4	15,1
478	3,32	92,2	15,0
652	3,27	90.8	13,5
∞	3,16	87,8	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00149$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}089$

TABEL 44. II.

Weerstandsverandering. $R = 10000\,\Omega$ cap. vat = 0,2221.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^{\circ}}.10^6$.	$(k+k_1).$
0	825,8	4,74	-
50	822,1	4,62	2
120	819,4	4,54	2
185	817,6	4,49	2
255	815,8	4,43	2
340	814,1	4,38	1
540	812,9	4,34	1
970	811.6	4,31	1
∞	811,2	4,30	-

C.

1/10 mol. fructose + 1 druppel ½ mol. boorzuuroplossing tot 50 cc. vloeistof.

TABEL 45.

III.

Draaiingsverandering in 20 c.m. buis.			
d in ec.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	4,08	113,3	—
70	3,90	108,3	13,1
125	3,79	105,3	13,3
151	3,74	103,9	13.4
194	3,67	101,9	13,1
228	3,64	101,1	12,6
282	3,58	99,4	12,3
344	3,51	97,5	12,4
448	3,40	94,4	13,3
495	3,38	93,9	12,9
618	3,31	91,9	13,1
776	3,27	90,8	12,4
∞	3,17	88,1	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00129$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}077$

TABEL 46.

IV.

Weerstandsverandering. $R = 10000\,\Omega$ cap. vat = 0.222			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^{\circ}}.10^6$.	$(k+k_1).10^4$.
0	754,5	7,23	—
69	745,0	7,60	13,1
101	741,6	7,74	12,8
160	737,0	7,90	11,8
255	730,0	8,22	11.8
350	722,8	8,52	13,0
485	718,0	8,72	12,5
615	714,4	8,88	12,5
790	711,6	9,00	12,2
1050	709,4	9,10	11,6
1360	707,7	9,17	12,1
∞	706,7	9,21	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00123$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}074$

D.

1/10 mol. fructose + 1/20 mol. boorzuur.

TABEL 47.

I.

Draaiingsverandering.			
Tijd in Sec.	Afgelezen draaiing $-\alpha^\circ$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^\circ}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	3,91	108,6	—
41	3,76	104,4	24,0
85	3,63	100,8	24,2
127	3,56	98,9	21,9
177	3,47	96,4	22,1
216	3,42	95,0	21,8
258	3,37	93,6	22,0
298	3,33	92,5	22,3
330	3,31	91,9	21,9
415	3,26	90,5	22,0
∞	3,17	88,0	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00225$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}135$

TABEL 48.

II.

Weerstandsverandering. $R = 4000\ \Omega$ cap. vat = 0.2221.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^\circ}.10^6$.	$(k+k_1).$
0	511,0	53,1	—
20	504,6	54,5	2(
40	496,8	56,2	2
70	489,4	57,9	2
105	481,0	58,5	2
142	474,6	61,5	2
193	467,2	63,3	2
235	462,8	64,4	2
265	460,2	65,1	2
330	455,7	66,3	2
404	452,9	67,1	2
485	450,2	67,2	2
625	448,2	68,4	2
∞	446,6	68,8	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}0023$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}14$

D.

1/10 mol. fructose + 1/10 mol. boorzuur.

TABEL 49.

III.

Draaiingsverandering.			
in c.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	3,84	106,7	—
30	3,70	102,8	28,3
77	3,57	99,2	29,1
07	3,52	97,8	26,4
41	3,44	95,6	28,0
77	3,39	94,2	27,3
19	3,35	93,1	26,1
65	3,30	91,7	26,8
27	3,26	90,6	26,6
85	3,23	89,7	27,2
∞	3,17	88,0	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00273$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}164$

TABEL 50.

IV.

Weerstandsverandering. $R = 3300\ \Omega$ cap. vat $= 0.2221$.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^{\circ}}.10^6$.	$(k+k_1).10^4$.
0	486,0	71,2	—
30	472,0	75,3	26,0
55	461,2	78,6	28,0
71	455,5	80,5	28,3
101	447,0	83,3	28,3
137	438,9	86,1	28,5
172	432,6	88,3	29,0
209	427,8	90,0	29,0
242	424,4	91,3	29,2
285	421,0	92,6	29,4
327	418,9	93,5	28,9
412	415,8	94,5	28,7
547	413,5	95,5	27,9
∞	411,6	96,2	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00285$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}171$

E.

1/10 mol. fructose + 2/10 mol. boorzuur.

TABEL 51.

I.

Draaiingsverandering.			
Tijd in Sec.	Afgelezen draaiing $-\alpha°$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25°}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	3,59	99,7	—
29	3,49	96,9	40,7
56	3,41	94,7	43,4
91	3,34	92,8	43,2
129	3,29	91,4	42,2
162	3,25	90,3	44,4
196	3,23	89,7	43,1
234	3,21	89,2	43,6
∞	3,17	88,1	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00429$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}257$

TABEL 52.

II.

Weerstandsverandering. $R = 1700\,\Omega$ cap. vat = 0.2221.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25°}.10^6$.	$(k+k_1)$
0	517,1	122,0	–
30	510,1	125,5	4
60	505,1	127,7	3
90	501,7	129,8	3
115	498,9	131,3	4
175	495,3	133,2	3
240	493,0	134,4	3
360	490,8	135,6	4
435	490,5	135,7	3
∞	490,0	136,0	–

Gem. $k + k_1 = 0{,}0040$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}24$

E.

1/10 mol. fructose + 3/10 mol. boorzuur.

TABEL 53.

III.

Draaiingsverandering.			
d in ec.	Afgelezen draaiing $-\alpha^{\circ}$.	Specif. draaiing $-[\alpha]_D^{25^{\circ}}$.	$(k+k_1).10^4$.
0	3,44	95,6	—
31	3,36	93,3	48,9
62	3,30	91,7	51,2
95	3,26	90,6	50,2
160	3,21	89,2	51,8
∞	3,17	88,1	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00504$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}30$

TABEL 54.

IV.

Weerstandsverandering. R = 1500 Ω cap. vat = 0.2221.			
Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{25^{\circ}}.10^6$.	$(k+k_1).10^4$.
0	505,7	145,7	—
35	498,3	149,1	50,0
82	492,2	152,8	50,2
112	490,1	154,1	48,0
160	487,7	155,6	47,0
205	485,8	156,7	52,0
272	485,0	157,3	48,5
∞	484,0	157,9	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}0049$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}29$

F.

1/10 mol. fructose + 4/10 mol. boorzuur.

TABEL 55.

I.

Weerstandsverandering
$R = 1300\ \Omega$ cap. vat = 0.2221.

Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{250} . 10^6$.	$(k+k_1) . 10^4$.
0	488,4	179,0	—
32	484,3	182,0	60.7
64	481,8	183,8	59,4
94	480,0	185,1	63,2
125	479,1	185,8	61,0
166	478,2	186,4	62,8
∞	477,2	187,2	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00644$

Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}37$

1/10 mol. fructose + 5/10 mol. boorzuur.

TABEL 56.

II.

Weerstandsverandering
$R = 1300\ \Omega$ cap. vat = 0.2221.

Tijd in Sec.	Aflezing op meetrol a.	Specif. gel. verm. $\varkappa_{250} . 10^6$.	$(k+k_1) . 10^4$.
0	466.4	195,5	—
40	458,6	201,3	69,5
60	456,1	203,8	71,6
90	453,7	205,7	72,6
142	451,6	207,5	73,9
∞	450,2	208,7	—

Gem. $k + k_1 = 0{,}00719$

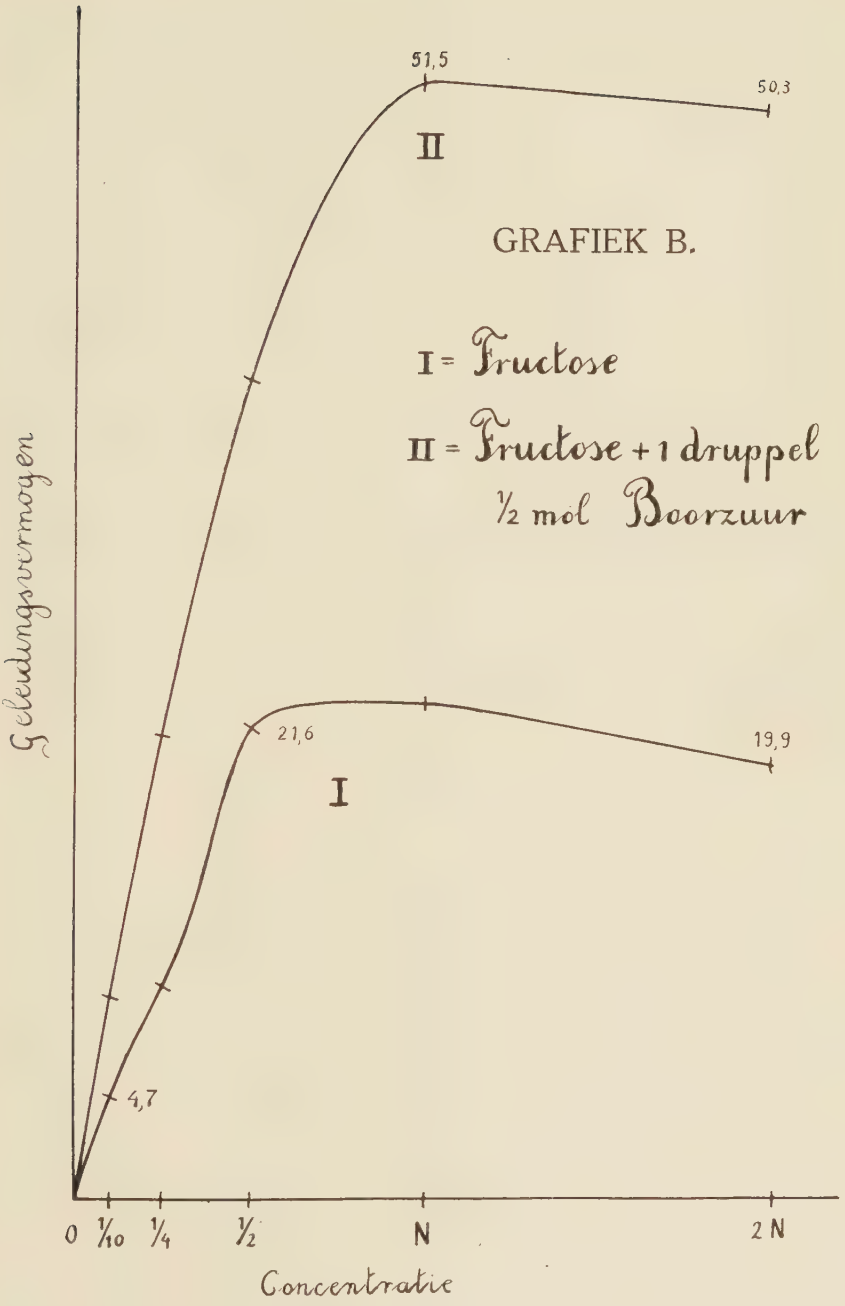
Voor t in min. $k + k_1 = 0{,}43$

G.

Geleidingsvermogen van oplossingen van

TABEL 57.

Concentratie.	I. Fructose $\varkappa_{250} . 10^6$.	II. Fructose + 1 druppel 1/2 mol. boorzuur tot 50 cc. oplossing $\varkappa_{250} . 10^6$.
2/1 mol.	19,9	50,3
1/1 mol.	22,7	51,5
1/2 mol.	21,6	37,7
1/4 mol.	9,7	21.2
1/10 mol.	4,7	9,2


51,5
50,3
II
GRAFIEK B.
I = Fructose
II = Fructose + 1 druppel
½ mol Boorzuur
Geleidingsvermogen
21,6
19,9
I
4,7
0
1/10
1/4
1/2
N
2 N
Concentratie

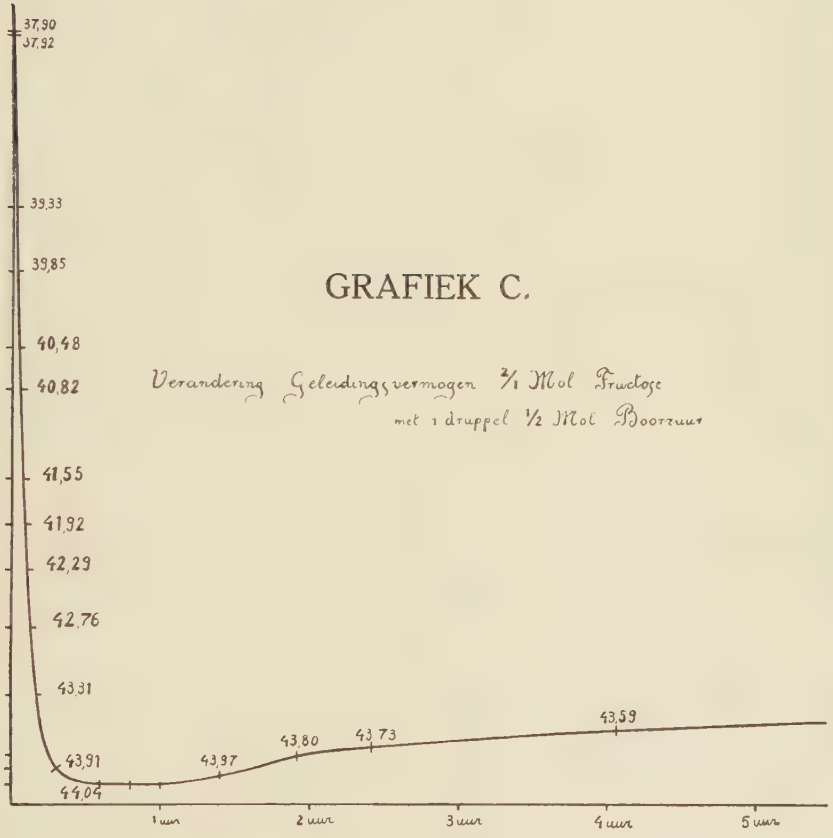
we bij hoogere boorzuurconcentraties practisch dezelfde constante vinden voor het verloop van de mutarotatie en het geleidend vermogen, zouden we mogen besluiten dat we daar dus dezelfde reactie of reacties meten. De zuivere fructose met één druppel boorzuur (tabellen 45 en 46) echter geeft niet dezelfde constante voor beide processen, hetgeen toch het geval zou moeten zijn, indien we enkel en alleen het gevolg van de standwisseling van één H-en één OH-groep zouden meten.

Inderdaad blijkt dan ook het geval niet zoo eenvoudig te zijn, als het regelmatig verloop van de constanten zou kunnen doen verwachten. Gaan we de weerstandsverandering na van b.v. 2/1 mol. fructoseoplossing, waaraan een druppel $\frac{1}{2}$ mol. boorzuuroplossing wordt toegevoegd, dan blijkt duidelijk (zie tabel 60) dat de afname van den weerstand na $\pm$ 50 min. ten einde is geloopen en laat zich uit het verloop van dien weerstand eene constante berekenen voor de b.g. reactie. 't Evenwicht in de oplossing is echter nog niet bereikt, want na een uur treedt een langzame toename op van den weerstand, zooals uit de waarnemingen in tabel 60 blijkt en uit de daarnaar gemaakte grafiek C.

Uit het verloop van den weerstand van een fructoseoplossing

TABEL 60.

Sec.	Aflezing op meetrol. α	$\varkappa_{25^\circ} \cdot 10^6$.
0	529,2	37,92
75	520,1	39,33
110	516,8	39,85
150	512,9	40,48
190	510,8	40,82
260	506,5	41,55
305	504,2	41,92
375	502,0	42,29
465	499,2	42,76
615	496,0	43,31
18′ 20″	492,6	43,91
35′ 30″	491,9	44,03
48′	491,8	44,04
60′	491,8	44,04
84′	492,2	43,97
115′	493,2	43,80
145′	493,6	43,73
244′	494,4	43,59
volgende morgen 9 u. 15 m.	501.0	42,45



GRAFIEK C.

Verandering Geleidingsvermogen 2/1 Mol Fructose
met 1 druppel ½ Mol Boorzuur

zou men dus kunnen afleiden, dat zich meerdere processen naast elkaar afspelen.

Onze tegenwoordige opvattingen over de structuur der fructose sluiten deze vooronderstellingen geenszins uit. FISCHER [5]) was de eerste die, naast de bekende vormen der α- en β-metylglucosiden, een nieuwe vorm beschreef, een z. g. n. γ-metylglucosid, dat echter niet kristallijn te verkrijgen was. IRVINE, FYFE en HOGG [6]), maakten kort daarop het bestaan waarschijnlijk van een γ-glucose en IRVINE en ROBERTSON [7]) dat van een γ-fructose en beschreven een reactieve vorm van γ-metylfructoside, die FISCHER [5]) reeds had aangeduid.

Daar de tetrametylfructose uit rietsuiker verkregen [8]) niet identisch bleek met die, verkregen door metyleering van het gewone butyleenoxyd-fructoside, heeft men in de rietsuiker ook te doen met een γ-fructoserest, waaraan men aanvankelijk een <2.3> of <2.4> oxydring toekende, doch waarin men waarschijnlijk een amyleenoxydring zal hebben aan te nemen: [9])

$$CH_2.\ CHOH.\ CHOH.\ CHOH.\ COCH_3.\ CH_2OH.$$

Deze γ-vormen, bij de metylglucosiden aanvankelijk ontdekt, zullen we ook moeten aannemen bij de meeste monosachariden als weinig stabiele, doch zeer reactieve, vormen van de suikers.

't Verschil tusschen de γ-fructose en den gewonen gekristalliseerden vorm bestaat waarschijnlijk daarin, dat deze laatste een butyleenoxydring bezit:

$$CH_2OH.\ CH.\ CHOH.\ CHOH.\ COH.\ CH_2OH.$$

Wanneer men bedenkt, dat deze γ-vorm eigenlijk den evenwichtstoestand weergeeft van de α'- en β'-vormen dezer z.g.n. γ-glucose, welke vormen weer kunnen overgaan in de resp. α- en β-vormen van de ons in gekristalliseerden toestand bekende glucose, dan behoeft het geenszins te verwonderen, dat de verandering van het geleidingsvermogen niet geheel parallel loopt aan de draaiïngsverandering. Het is toch zeer goed denkbaar, dat deze overgang, die bij verschillende suikers in verschillende mate kan plaats hebben, niet op dezelfde wijze het geleidend vermogen als de specifieke draaiïng behoeft te beinvloeden. Bij de galactose zullen we dien verschillenden invloed beter kunnen waarnemen.

HOOFDSTUK VI.

GLUCOSE.

De voor de genomen proeven benoodigde glucose werd aanvankelijk bereid uit ruwe glucose, z.g. „massé" uit den handel, volgens het voorschrift van TOLLENS [1]), door omkristalliseeren uit alcohol.

Hierbij krijgt men moeilijk filtreerbare stroopen en suikers, die herhaaldelijk moeten worden omgekristalliseerd alvorens het geleidingsvermogen niet meer verandert. De suiker is dikwijls polarimetrisch reeds zuiver, terwijl de weerstand nog geen constante waarde heeft. Op deze wijze verkrijgt men zeer geringe rendementen.

Alleszins beter is de methode met ijsazijn, aangegeven voor de bereiding van α-glucose door „HUDSON en DALE" [2]). Het gebruik van ijsazijn heeft echter het bezwaar, dat het verwijderen van sporen azijnzuur bewerkelijk is.

Verreweg de meest eenvoudige en snelst tot het doel voerende methode voor de bereiding van zeer zuivere glucose (zelfs uit glucose stroopen) met hooge rendementen is de afscheiding van glucose uit zijne oplossing in pyridine, zooals aanvankelijk werd aangegeven voor de bereiding van de β-glucose door R. BEHREND. [3])

BEHREND lost 4 gr. glucose in 15 gr. kokende pyridine op en laat afkoelen. De kristallen, die aanvankelijk doorzichtig zijn (na affiltreeren), „verweeren" spoedig op het filter en laten voortdurend pyridine los. Hieruit besluit BEHREND, dat de β-glucose zich als een losse pyridineverbinding afzet. Dat zulks waarschijnlijk is, kan ook worden opgemaakt uit de wijze waarop β-melksuiker zich uit pyridine afzet, in tegenstelling met de glucose. De eerste is na uitwasschen met alcohol op het filter spoedig vrij van pyridine, de glucose echter niet (zie melksuiker). De groote zuiverheid der uit pyridineoplossing gewonnen glucose, zou zich gevoeglijk laten verklaren, indien de glucose gebonden aan pyridine zou uitvallen.

Ten einde nog meer waarschijnlijk te maken, dat werkelijk β-glucose een verbinding met pyridine aangaat, werden in een grooten exsiccator 2 horlogeglazen gebracht, een met droge β-glucose en een met droge α-glucose. Daarnaast bevond zich in den exsiccator een schaal met stukken kali en een schaaltje met versch over kali gedistilleerde pyridine.

Nadat de exsiccator luchtledig was gezogen, werd hij in een kelderruimte gezet, waar zoo weinig mogelijk temperatuurschommeling optrad, om condensatie op den suiker zooveel mogelijk tegen te gaan.

Opname van pyridine door Glucose:

TABEL 61.

h glas + β suiker :			17,097 gr.	*h* glas + α suiker :			19,203 gr.
h glas			15,038 gr.	*h* glas			18,124 gr.
	β suiker :		2,059 gr.		α suiker :		1,079 gr.
4/2	12u	n/m	17,097				19,203
	1u45	n/m	17,140				19,206
	3u20	n/m	17,160				19,207
	5u	n/m	17,175				19,207
5/2	11u30	v/m	17,600				19,206
6/2	10u	v/m	17,773				19,221
7/2	11u	v/m	17,875				19,228
	5u	n/m	17,898				—
8/2	10u	v/m	17,952				19,241
9/2	10u	v/m	17,991				19,251
10/2	9u30	v/m	18,028				19,286
11/2	11u	v/m	18,013				19,291
12/2	11u	v/m	18,017				19,323

De opening van den exsiccator geschiedde niet, dan nadat hij gevuld was met zorgvuldig gedroogde lucht. Na elke opening werd hij weer zorgvuldig leeggepompt, terwijl de kali zoo nu en dan vernieuwd werd.

Daar ik niet over een inrichting beschikte om den exsiccator op constante temperatuur te houden bleef het moeilijk condensatie van pyridinedamp op den suiker te ontgaan. Tracht men de proef te doen in de gewone lab. ruimte met hare wisselende dag- en nachttemperatuur, dan ziet men, (vooral wanneer men voor de proef weegfleschjes gebruikt) den suiker

spoedig nat worden. De weegfleschjes hebben dan soms een laagje pyridine op den bodem.

Het verschil in gedrag tusschen α- en β-suiker is duidelijk af te lezen uit de grafische voorstelling die correspondeert met de gegeven tabel (zie grafiek D). Nemen we aan, dat 1 mol. glucose zich met 1 mol. pyridine zou verbinden, dan zouden 2,054 gr. β-glucose 905 mgr. pyridine moeten opnemen, terwijl het horlogeglas bij de beschreven proef 916 mgr. in gewicht is toegenomen. Zetten we de proef lang genoeg voort, dan zien we het gewicht van de α-glucose ook toenemen (zie de grafische voorstelling D), omdat niet te verhinderen is, dat pyridine op den suiker neerslaat. Deze pyridine lost dan een deel glucose op, die in oplossing in β-suiker wordt omgezet, welk proces zich natuurlijk voortdurend zal voortzetten, terwijl door de vorming van den β-suiker, steeds weer meer pyridine zal kunnen worden gebonden.

Deze proef, die meerdere malen werd herhaald met gelijk resultaat, vormt een steun voor de opvatting, dat β-glucose en pyridine eene(al is het losse)verbinding aangaan.

Het proces der mutarotatie in pyridine-oplossing was voor de α-glucose onderzocht door BEHREND [1]), die 1 gr. watervrije glucose bij 0° oploste in $\pm$ 30 gram over kali gedestilleerde en *op kali bewaarde* pyridine. De gevonden snelheidsconstante was die voor een monomoleculaire reactie, groot $\pm 5{,}3 \times 10^{-4}$.

Door mij werden α- zoowel als β-glucose in pyridine opgelost en op mutarotatie onderzocht, met pyridine die herhaaldelijk over KOH was gedestilleerd en direct voor de proef opnieuw aan destillatie onderworpen was geworden.

Onder de voorwaarden door BEHREND beschreven lukte het slechts $\pm$ 800 mgr. van de α-glucose in 30 gr. pyridine op te lossen en $\pm$ 400 mgr. van de β-glucose.

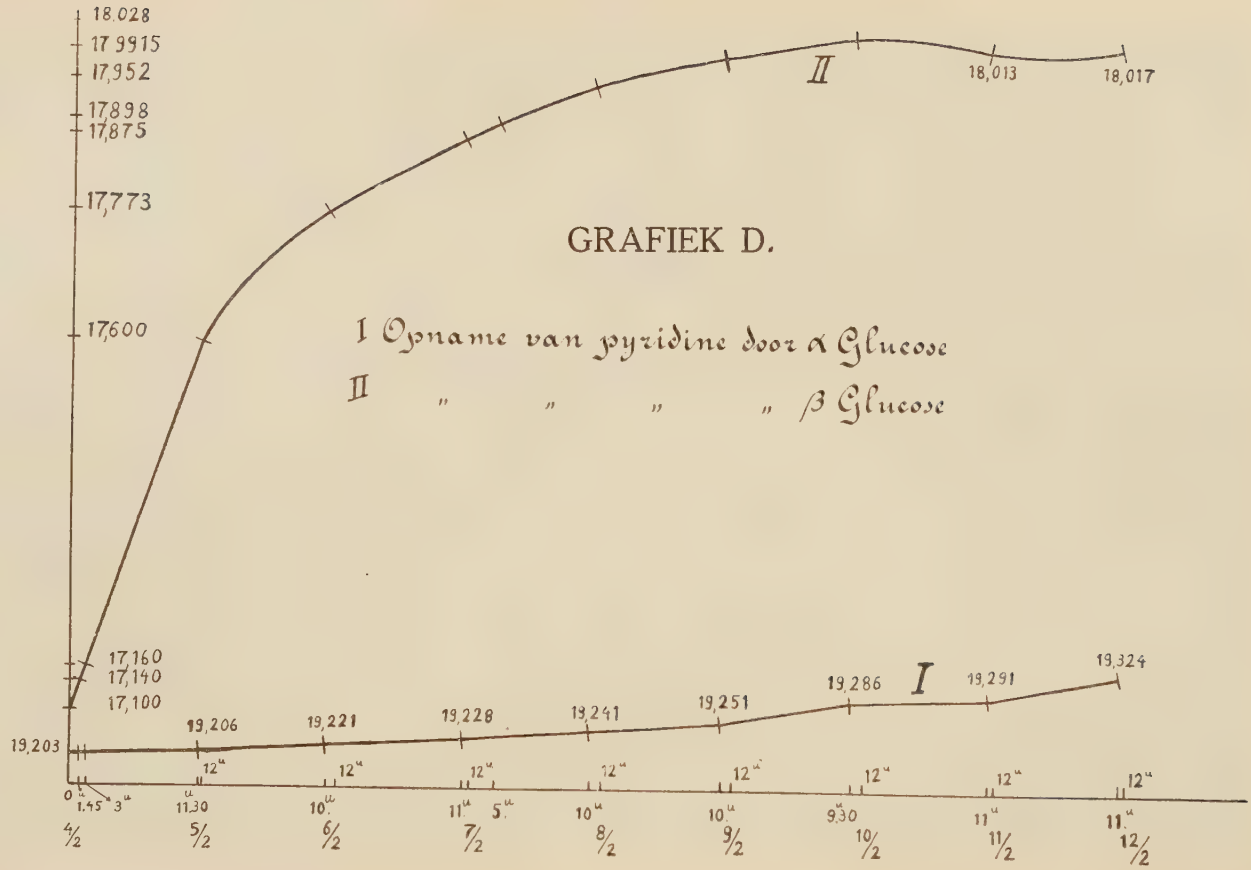
Bij de eerste oplossing daalde het specifiek draaiend vermogen van $[\alpha]_D = \pm 150° — \pm 73{,}5°$, terwijl dezelfde grootheid bij de β-glucose veranderde van

$$[\alpha]_D = \pm 30° — \pm 74°.$$

Het geleidend vermogen van deze pyridine bedroeg bij 25°

$$\varkappa_{25°} = 0{,}3 \times 10^{-6}.$$

Aangezien de oplosbaarheid van de α-glucose bij mijne proeven belangrijk geringer bleek, dan door BEHREND werd aangegeven, terwijl gedurende de eerste 10 minuten na het



GRAFIEK D.

I Opname van pyridine door α Glucose

II " " " " β Glucose

oplossen van de α-glucose in pyridine, geen draaiingsverandering met zekerheid viel te constateeren, werden ook door mij eenige waarnemingen verricht, aan een oplossing van α-glucose in pyridine in een aan beide zijden gesloten polarisatiebuis van 20 cM. lengte.

De volgende cijfers werden gevonden:

TABEL 62.

tijd.	afgelezen draaiing.	$k + k_1$
0	8,50	—
105	8,30	0,00018
160	8,17	0,00021
425	7,71	0,00020
610	7,52	0,00018
780	7,29	0,00018
1440	6,38	0,00020
1620	6,05	0,00022
2720	5,16	0,00023
na 6 dagen ∞	4,14	—

De snelheid is bijna $^1/_3$ van die door BEHREND aangegeven.

Ook β-glucose werd in pyridine opgelost en op mutarotatie onderzocht. De geringe oplosbaarheid der β-glucose en de geringe snelheid waarmede het proces verloopt maakten het bepalen van een eenigermate betrouwbare waarde voor het verloop zeer moeilijk. Ook het buitensluiten van sporen vocht blijkt bezwaarlijk, zoodat van de verdere bepaling werd afgezien.

Het is uiterst moeilijk natuurlijk bij deze proeven de werking van sporen vocht buiten te sluiten. De grootere snelheid en meerdere oplosbaarheid door BEHREND gevonden, zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan sporen vocht of mogelijk aan sporen loog.

De glucose, die voor de proefnemingen werd gebezigd, werd aanvankelijk uit alcohol omgekristalliseerd, later uit pyridine, zooals boven reeds werd aangegeven.

Het geleidingsvermogen van β-glucose uit pyridine verkregen bedroeg voor $\frac{1}{2}$ mol. oplossing

$$\varkappa_{25^\circ} : 5{,}30 \times 10^{-6}$$

welke waarde gedurende 2 uren constant bleef.

Hieruit volgt dus, dat de α-verbinding hetzelfde geleidend vermogen moet bezitten, hetgeen inderdaad het geval bleek te zijn. De β-suiker, opgelost in water in een kwartsschaal

TABEL 63. TABEL 64.

POLARISATIE VAN GLUCOSEOPLOSSINGEN

zonder Boorzuur				met B		
Conc.: ½ mol. α Glucose.				½ mol. α Glucos		
Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$(k + k_1)\ 10^4$ $\frac{1}{t}\ log\left(\frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right) \cdot 10^4$	Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Speci draaii $[\alpha]_D^{25}$
0	17,34	96,3	—	0	18,15	100,8
2′ 24″	16,93	94,1	98	3′ 25″	17,44	96,8
5′ 50″	16,34	90,8	103	7′ 40″	16,70	92,8
9′ 15″	15,77	87,6	106	11′ 15″	16,06	89,2
13′ 50″	15,15	84,2	104	15′ 25″	15,40	85,5
17′ 35″	14,66	81,4	104	19′ 50″	14,78	82,1
21′ 30″	14,15	78,6	107	25′ 25″	14,21	78,9
26′ 40″	13,68	76,0	104	28′ 45″	13,72	76,2
31′ 30″	18,19	73,3	105	34′ 0″	13,28	73,8
36′ 40″	12,81	71,2	104	37′ 10″	12.90	71,7
42′ 40″	12,39	68,8	103	44′ 30″	12,37	68,8
47′ 00″	12,04	69,9	106	52′ 35″	11,94	66,3
53′ 20″	11,71	65,1	105	56′ 15″	11,64	64,5
60′ 10″	11,38	63,2	105	62′ 10″	11,34	62,9
67′ 50″	11.12	61,8	103	71′ 25″	10,95	60,8
79′ 00″	10,72	59,5	105	87′ 30″	10,53	58,5
89′ 00″	10.45	58,0	107	98′ 10″	10,26	57,0
∞	9,58	53,2		∞	9,59	53,3
			Gem. 104			
			Gem. $k + k_1 = 0{,}0104$			

TABEL 65.

	GELEIDINGSVERMOGEN VAN GLUCOSE OPLOSSINGEN MET BOORZUUR.			
l. boorzuur.	½ mol. α Glucose + ½ mol. boorzuur.			
$(k + k_1)\ 10^4$ $\frac{1}{t} log \left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right) \cdot 10^4$	Tijd in min. en second. t.	Aflezing op meetrol a.	Specif. geleidingsvermogen $\varkappa_{25^\circ} \cdot 10^6$	$(k + k_1)\ 10^4$ $\frac{1}{t} log \left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) \cdot 10^4$
	0	497,7	92,78	
111	2′ 50″	499,8	91,98	107
105	3′ 25″	501,4	91,42	104
108	7′ 10″	502,8	90,88	106
109	9′ 10″	504,1	90,42	105
110	12′ 50″	505,6	89,54	108
106	14′ 45″	507,5	89,20	106
110	17′ 45″	509,0	88,68	104
107	20′ 30″	510.6	88,10	107
111	23′ 30″	512,0	87,60	106
110	29′ 50″	514.3	86,82	102
107	47′ 0″	517,6	85,66	85
111	59′ 0″	520,0	84,84	82
112	75′ 0″	522,6	83,96	79
112	90′ 0″	524,4	83,37	77
110	230′ 0″	527,5	82,34	40
113	∞	531,7	80,95	
Gem. 109				
em $k + k_1 = 0{,}0109$				$k + k_1 = 0{,}0107 - 0{,}0040$

TABEL 66.

TABEL 67.

POLARISATIE VAN GLUCOSE OPLOSSING

zonder Boorzuur				met B		
Conc.: ½ mol. β Glucose.				½ mol. β Glucos		
Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$\frac{(k + k_1)\ 10^4}{\frac{1}{t} log \left(\frac{\alpha_o - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}\right) \cdot 10^4}$	Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Speci draaii $[\alpha]_D^{2}$
0	4,45	24,7		0	4,78	26,6
1′ 50″	4,65	25.8	96	2′ 45″	5,12	28,4
3′ 55″	4,88	27,1	97	5′ 20″	5,40	30,0
6′ 5″	5,13	28.5	101	8′ 30″	5,69	31,6
7′ 45″	5,33	29,6	105	11′ 50″	6,01	33,4
10′ 50″	5,61	31,2	103	15′ 10″	6,28	34,9
13′ 55″	5,93	32,9	106	19′ 10″	6,58	36,6
19′ 10″	6,30	35,0	101	22′ 15″	6,84	38,0
23′ 40″	6,67	37,1	104	26′ 10″	7,12	39,6
28′ 0″	6,98	38,8	105	29′ 45″	7,36	40,9
35′ 10″	7,41	41,2	106	35′ 15″	7,61	42,3
43′ 35″	7,79	43,3	105	44′ 55″	8,01	44,5
53′ 5″	8,14	45,2	104	52′ 30″	8,42	46,8
66′ 30″	8,54	47,4	104	76′ 25″	8,85	49,1
∞	9,58	53,2		89′ 30″	9,09	50,5
				∞	9,58	53,2
			gem. 103			
			Gem. $k + k_1 = 0{,}0103$			

TABEL 68.

J 25° C. ur.	GELEIDINGSVERMOGEN VAN GLUCOSE OPLOSSINGEN BIJ 25° C.			
nol. boorzuur.	½ mol. β Glucose + ½ mol. boorzuur.			
$\frac{1}{t} log \left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty}\right) \cdot 10^4$	Tijd in min. en second. t.	Aflezing op meetrol a.	Specif. geleidingsvermogen $\varkappa_{25^o} \cdot 10^6$	$\frac{1}{t} log \left(\frac{a_o - a_\infty}{a_t - a_\infty} : \frac{a_o}{a_t}\right) \cdot 10^4$
	0	506,4	70,65	
116	1″	504,8	71,07	230
113	2′ 20″	503,5	71,47	197
107	3′ 25″	502.8	71,67	169
109	5′ 30″	501,3	72,12	157
107	8′ 30″	499,4	72,65	143
107	11′ 55″	497,9	73,10	130
109	15′ —	496,5	73,48	123
111	19′ 10″	494,6	74,07	122
113	23′ 40″	492,8	74,60	121
110	27′ 5″	491,3	75,03	123
108	31′ —	490,1	75,40	122
107	34′ 50″	488,9	75,77	122
107	33′ 10″	487,0	76,35	120
111	51′ 40″	485,4	76,83	119
	57′ 80″	484,6	77,07	117
Gem. 110	65′ 40″	483,5	77,42	116
	93′ 40″	481,0	78,20	107
	104′ —	480,5	78,36	76
	163′ —	479,0	78,83	
Gem. $k + k_1 = 0{,}0110$				$k + k_1 = 0{,}0230 - 0{,}0076$

en onder een klok met stukken kali uitkristalliseerende, bezat een geleidend vermogen voor $\frac{1}{2}$ mol. oplossing:

$$\varkappa_{25^\circ} : 5{,}34 \times 10^{-6} \text{ (constant).}$$

De waarden, die werden gevonden of uit de waarnemingen konden worden berekend, zijn opgenomen in de tabellen 63 t/m 68. Hiervoor werden oplossingen van α- en β-glucose met en zonder boorzuur onderzocht op hare verandering met betrekking tot de verandering van het draaiend- en geleidendvermogen.

COUVERT [5]) heeft voor de α-glucose (de β-glucose werd niet onderzocht) waarden gevonden, die wat de draaiing betreft, overeenkomen met die, welke in bijgaande tabellen worden gegeven. De waarde van de constante voor de weerstandsverandering echter, kon door mij niet gedurende het geheele verloop als een „constante" gevonden worden, zooals door COUVERT wordt aangegeven. Niettegenstaande de proef meerdere malen herhaald werd, werd steeds gevonden dat, zoodra het proces $\pm$ een half uur geduurd had, de waarden voor de constante afnamen bij de α-glucose. Bij de β-glucose echter zien we in het begin een daling, daarna een gedeelte waar de waarden „constant" zijn en daarna weer afname van de waarden der constante.

Mogelijk meten we hier, veroorzaakt door het boorzuur, twee (of meer) processen, die met verschillende snelheid verloopen. Het eene proces zou bijv. de weerstandsverandering kunnen weergeven, die parallel loopt aan de mutarotatie, dus aan de standwisseling van H- en OH-groep aan het glucosid-C-atoom. Het andere proces zou kunnen correspondeeren met structuurveranderingen in andere deelen van het molecule, al of niet beïnvloed door de mutarotatie, doch onder invloed staande van het boorzuur, daar de vrije suikers geen verandering vertoonen.

Daar de constante voor de mutarotatie, practisch dezelfde waarde heeft voor oplossingen met en zonder boorzuur, moet men aannemen, dat andere proces(sen) geen of geringen invloed oefent(en) op het specif. draaiend vermogen. Deze aanname is geoorloofd, daar we weten, dat de invloed van veranderingen, die niet aan het glucosid-C-atoom plaats hebben, uiterst geringen invloed kunnen oefenen op het draaiend vermogen.

In deze stabiele α- en β-glucosen (in tegenstelling met de in oplossing bekende, snel veranderende γ-vormen), werd tot voor kort een zuurstofring met γ-structuur ($<1,4>$ ring) als het meest waarschijnlijk aangenomen, op grond van onderzoekingen van PURDIE en IRVINE [6]) en BRIDGETT [7]), die tetrametylglucose oxydeerden en daarbij een 2, 3, 5, 6-tetrametylgluconzuurlacton verkregen, dat zich als een $<1,4>$ (γ) lacton gedroeg.

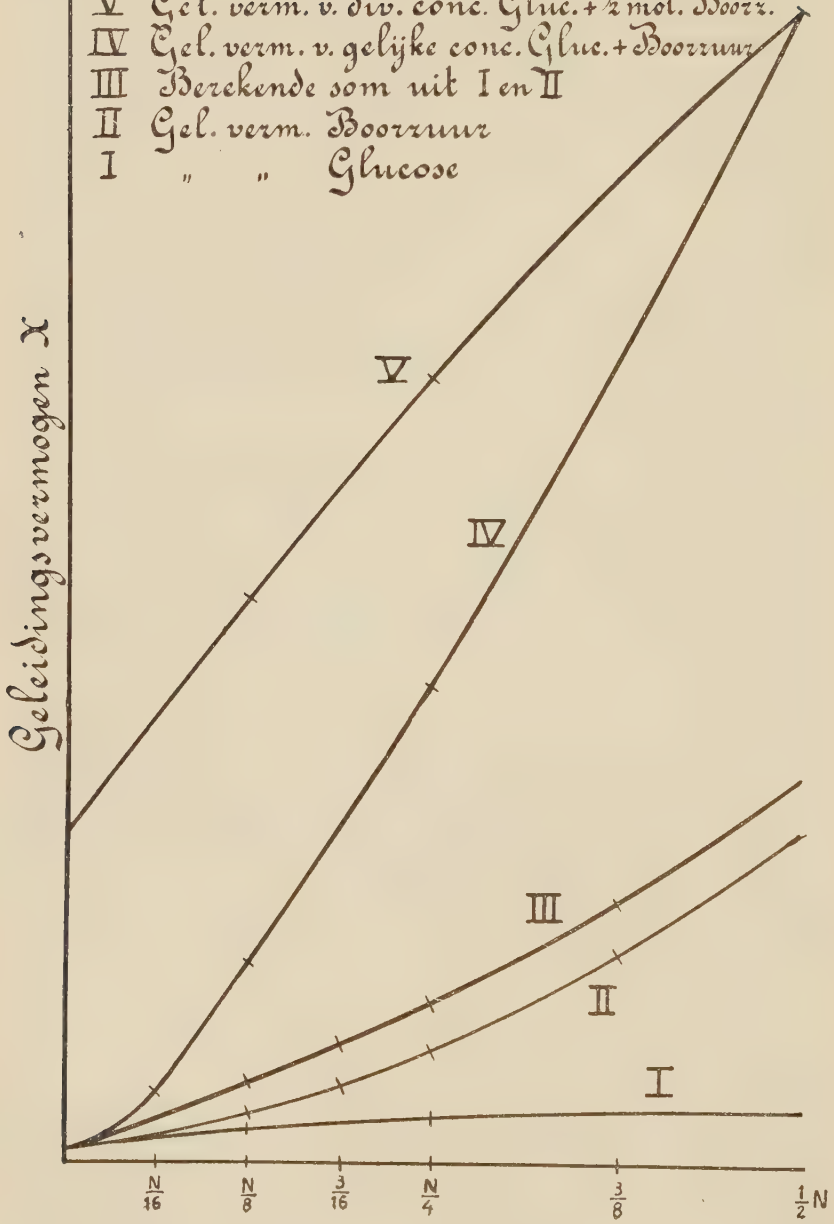
Door de nieuwere onderzoekingen van HIRST [8]) wordt, op grond van de oxydatie van tetrametylglucose, waarbij $\pm$ 60 % xylotrimetoxyglutaarzuur en $\pm$ 40 % dioxybarnsteenzuur ontstaat, waarschijnlijk gemaakt, dat in de gewone glucose een $<1,5>$ ring aanwezig is, zoomede door HAWORTH [9]), die bouwt op de waarneming dat $<1,5>$ lactonen snel in de betrokken zuren overgaan.

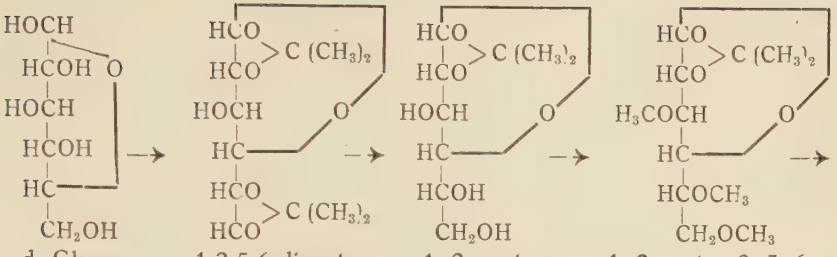
Ofschoon HUDSON [10]) op grond van zijne berekeningen voor de gewone glucose een $<1,4>$ ring vaststelt, voeren MICHEEL en HESS [11]) onderzoekingen uit, die weer steun verleenen aan de opvattingen omtrent een $<1,5>$ ring. Uitgaande van de bekende structuur van di-acetonglucose, die een $<1,4>$ ring bezit, komen zij via de monoacetonglucose en het 2, 3, 5, 6-tetrametyl-metylglucosid tot het bekende $<1,4>$ 2, 3, 5, 6-tetrametylglucose.

Hierbij valt op te merken, dat de gewone glucose met $<1,5>$ ring overgaat in diacetonglucose met $<1,4>$ ring, bij welk proces dus ringverschuiving moet plaats hebben. In dit verband is het merkwaardig, dat diacetonglucose zich moeilijk vormt en dan nog alleen uit β-glucose.

Volgende voorstelling brengt het bewijs van MICHEEL en HESS in beeld.

GRAFIEK E.


V Gel. verm. v. div. conc. Gluc. + ½ mol. Boorz.
IV Gel. verm. v. gelijke conc. Gluc. + Boorzuur
III Berekende som uit I en II
II Gel. verm. Boorzuur
I " " Glucose
Geleidingsvermogen X
V
IV
III
II
I
N/16
N/8
3/16
N/4
3/8
½N

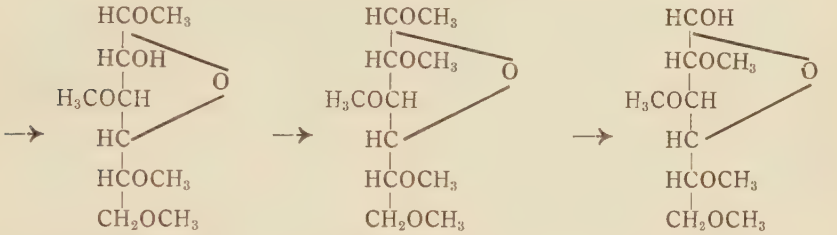


d. Glucose β <1,5>

1,2,5,6, diaceton-glucose <1,4>

1, 2 aceton-glucose <1,4>

1, 2 aceton-3, 5, 6-trimetylglucose <1,4>



3, 5, 6-trimetyl-metylglucosid <1,4>

2, 3, 5, 6-tetrametyl-metylglucosid <1,4>

2, 3, 5, 6-tetrametyl-glucose <1,4>

Bijgaande grafiek geeft een overzicht van de verandering van het geleidend vermogen van glucose, door toevoegen van boorzuur.

Ten slotte moet worden gewezen op het feit, dat na toevoeging van boorzuur aan een oplossing van α-glucose het geleidingsvermogen afneemt en het omgekeerde geschiedt bij de β-glucose, in overeenstemming met den regel die BÖESEKEN [12]) hiervoor gaf.

Zooals uit de tabellen 65 en 68 blijkt, kunnen we, zooals we reeds opmerkten bij de verandering van het geleidend vermogen van glucose-oplossingen met boorzuur, eigenlijk niet spreken van een „constante" voor het verloop van die verandering.

Men zou zich ter verklaring hiervan kunnen voorstellen, dat behalve de gewone binding van boorzuur door α- en β-glucose, die correspondeert met de verandering van het geleidingsvermogen, de β-glucose in staat is op een of andere wijze nog boorzuur te binden, welk vermogen de α-glucose mist. Dit verschijnsel is dan analoog aan de vastlegging van pyridine door β-glucose, waartoe de α-glucose evenmin in staat is (dit laatste echter alleen geconstateerd aan de vaste vormen

van de beide glucosen). Deze β-glucose zou door binding van dit extra boorzuur sterker zure eigenschappen bezitten (een grooter geleidingsvermogen), dan zonder opname van dat extra boorzuur, waarmee dan verklaard zou zijn, dat bij den overgang

$$\alpha\text{-glucose} \rightleftharpoons \beta\text{-glucose}$$

de constante voor de verandering van het geleidend vermogen bij de α-verbinding tegen het einde van het proces afneemt, terwijl bij de β-glucose de berekende waarden voor de constante voortdurend afnemen.

Reeds werd vermeld, dat de oplosbaarheid van α-glucose in pyridine bij 0° in 5 minuten nagenoeg tweemaal zoo groot is als die van de β-verbinding. Deze betere oplosbaarheid van de α-verbinding in pyridine is in overeenstemming met het feit, dat de α-glucose in pyridine opgelost, daarin evenals in water de meer labiele vorm is.

HOOFDSTUK VII.

GALACTOSE.

α-GALACTOSE.

De bereiding van dezen suiker biedt geen moeilijkheden, indien men uitgaat van melksuiker en deze met verschillende concentraties zwavelzuur op 100° hydrolyseert volgens RINDELL [1]), SOXHLET [2]), OST [3]), of wel volgens BOURQUELOT [4]) onder druk bij 105°.

Volgens KENT en TOLLENS [5]) kan de melksuiker ook met zoutzuur gehydrolyseerd worden,terwijl men ook werken kan in een 3 %ige oxaalzuuroplossing, zooals bij diverse proeven in het laboratorium alhier bleek. Na neutralisatie van de oplossingen met $BaCO_3$ of $CaCO_3$, kan dan, door concentreeren en eventueel toevoegen van alcohol, de galactose gewonnen worden, die dan mogelijk nog verontreinigd wordt door de glucose. Teneinde de glucose te verwijderen kan men dezen suiker laten vergisten door Saccharomyces Ludwigii volgens THOMAS [6]), of wel door middel van Schizosaccharomyces Pombe, welke methode door mij is toegepast in het laboratarium voor Microbiologie van Prof. SÖHNGEN, alhier. Volgens vooraf ingezette proeven met mengsels van galactose en glucose bleek uitsluitend de glucose te vergisten, zoolang deze nog aanwezig was. Het verloop van de gisting werd polarimetrisch gecontroleerd.

Het zuiveren der ruwe galactose biedt ook verder geen moeilijkheden.

β-GALACTOSE.

Anders is het met de bereiding van dezen suiker gesteld. Het voorschrift gegeven door TANRET [7]) levert slechte resultaten niet alleen, doch is niet toe te passen voor ons doel door het gebruik van natriumphosphaat, dat neerslaat bij het praecipiteeren met alcohol. De betere bereiding aangegeven door HUDSON en YANOWSKY [8]) geeft ook sterk wisselende

resultaten, zoowel wat de rendementen betreft, als wat de hoeveelheid β-galactose in het mengsel dat uitvalt, aangaat. 't Beste resultaat werd nog verkregen door het voorschrift te wijzigen in dien zin, dat sterke ammonia wordt toegevoegd en dat dan als volgt wordt gewerkt: (overigens geheel 't voorschrift van HUDSON en YANOWSKY). 10 gram galactose worden in 15 cc water opgekookt, afgekoeld, gefiltreerd en nagespoeld met 10 cc water.

Hierna voegt men $\frac{1}{2}$ cc sterke ammonia aan de oplossing toe, koelt af in ijs en zout en giet de oplossing in 600 cc met in ijs en zout voorgekoelde absolute alcohol, onder heftig roeren. Nu eens slaat stroop neer, die na enkele minuten kristallijn wordt, dan weer duurt dat proces 12 minuten en meer, vóór de massa filtreerbaar wordt. Van het product dat uitvalt wisselt de specif. draaiing van 58°—74°, terwijl 't rendement varieert van 1—7 gram.

De pogingen om uit pyridine oplossing de β-galactose te bereiden, faalden. De omstandigheid dat de β-galactose (waarschijnlijk door sporen vocht) bij het bewaren in de α-verbinding overgaat, maakt het onderzoek van dezen suiker, zoodra grootere hoeveelheden tegelijk noodig zijn, niet gemakkelijk. Zoo konden maar enkele proeven worden genomen met een β-suiker, die nog niet geheel vrij was van de α-modificatie. Voor het principe doet dit echter niets ter zake, alleen verkrijgen we voor de bestudeering van het proces $\beta \rightarrow \alpha$ galactose een kleiner stuk van de β-kromme ter beschikking.

In de tabellen 69 t/m 77 en de grafieken F en G zijn de waarden opgenomen voor de verandering van draaiing en geleidingsvermogen van de beide vormen der galactose, met en zonder boorzuur.

Hierbij valt op te merken, dat zich zoowel voor de α-suiker als voor de β-verbinding, uit de draaiingsverandering een constante laat berekenen voor een monomoleculaire reactie. Met de verandering van het geleidingsvermogen is het geheel anders gesteld.

De zuivere suikers vertoonen na het oplossen in water verandering van het geleidingsvermogen doch α- en β-vorm in denzelfden zin, n.l. een toename. Uit deze toename voor beide vormen, volgt noodzakelijk, dat we hier meer meten dan de overgang van $\alpha \rightleftarrows \beta$-vorm, dus meer dan de standwisseling

alleen van H- en OH-groep aan het glucosid-C-atoom of wel uitsluitend dat andere, in welk laatste geval de weerstandsverandering dan niets heeft te maken met het evenwicht $\alpha \rightleftarrows \beta$ galactose.

Geheel anders wordt het beeld wanneer we boorzuur toevoegen. Het geringe maximum, dat we in kromme IV van grafiek F waarnemen, wordt geprononceerder, door toevoeging van boorzuur. Duidelijk waarneembaar is het feit, dat α-galactose, na toevoeging van boorzuur, gedurende de eerste minuten, toename van het geleidingsvermogen vertoont (zie tabel 72), $\pm$ 18 minuten, nadat de suiker met water in aanraking wordt gebracht begint het geleidend vermogen af te nemen, zooals genoemde tabel en grafiek F weergeven. De invloed, die verschillende boorzuurconcentraties uitoefenen op het geleidend vermogen, wordt voorgesteld door de curven II t/m V dezer grafiek.

Teneinde de vooronderstelling, dat zich bij het samenvoegen van galactose en boorzuur processen afspelen, die onafhankelijk verloopen van de mutarotatie, meer waarschijnlijk te maken, werd het z.g.n. evenwichtsmengsel van de galactose met $^1/_2$ mol. boorzuur opgelost. Bij een der proeven was toevallig een mengsel neergeslagen, dat, direct na het oplossen polarimetrisch onderzocht, de waarde $[\alpha]_D = 81.1°$ gaf voor de spec. draaiing in $^1/_2$ mol. oplossing. Hieruit bleek dus, dat we hier praktisch gesproken te doen hadden met het evenwichtsmengsel van de galactose. Kromme III van grafiek G geeft het verloop van de verandering weer, die het geleidend vermogen van dit mengsel ondergaat. De verandering die we hier meten, is evenwel onafhankelijk van den overgang $\alpha \rightleftarrows \beta$-vorm, aangezien die overgang bij het evenwichtsmengsel uitgeschakeld is. We kunnen dus direct besluiten, dat de zonderlinge vorm, die kromme V (grafiek F) vertoont, een gevolg is van een nevenproces en dat IV (F) de resultante is van III (G) en een kromme VI (gestippeld), welke laatste dan verantwoordelijk moet zijn voor de verandering $\alpha \rightarrow \beta$, indien er tenminste niet nog meer parallel verloopende processen optreden. We zien dat die kromme VI vrijwel parallel loopt aan IV, doch in het begin een steiler verloop zal moeten hebben indien zij werkelijk de resultante is van IV en III. Het laatste gedeelte van deze kromme VI, zal nu, indien onze vooronderstelling juist is, een

TABEL 69.

TABEL 70.

POLARISATIE VAN GALACTOSE OPLOSSING BIJ 25°

Buislengte 20 c.M. zonder boorzuur.

½ mol. α galactose.

Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$(k+k_1).10^4$
0	24,66	136,9	—
1′2″	24,29	134,8	155
1′47″	24,03	133,1	122
3′12″	23,70	131,5	134
4′29″	23,32	129,2	136
5′9″	23,10	128,1	140
6′17″	22,83	126,7	136
6′55″	22,70	125,9	134
8′15″	22,37	124,1	134
9′39″	21,96	122,0	138
10′41″	21,79	120,9	139
12′31″	21,39	118,8	134
15′48″	20,80	115,3	130
17′30″	20,45	113,0	132
19′52″	19,98	110,8	135
23′42″	19,38	107,6	134
24′45″	19,21	106,5	135
27′39″	18,85	104,7	132
33′7″	18,27	105,4	129
44′2″	17,18	95,4	130
110′—	14,86	82,6	128
157′—	14,60	81,1	153
∞	14,46	80,42	—

Buislengte 22 c.M. met boorzuur.

½ mol. α galactose + ½ mol. boorzuu

Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$(k+k_1$
0	26,82	135,4	—
0′57″	26,48	133,8	15
1′5″	26,15	132,0	15
2′21″	25,98	131,2	15
3′9″	25,65	129,5	16
3′33″	25,54	129,0	15
4′29″	25,23	127,3	15
5′26″	25,04	126,5	14
6′9″	24,82	125,3	14
7′18	24,49	123,7	14
8′25″	24,17	122,0	15
9′32″	23,88	120,6	15
10′42″	23,54	118,6	15
12′18″	23,25	117,3	14
13′37″	22,97	116,0	14
15′7″	22,62	113,6	14
17′22″	22,13	111,7	14
18′38″	21,94	110,8	14
20′2″	21,65	109,2	14
20′59″	21,54	108,8	14
22′57″	21,15	106,8	14
24′58″	20,83	105,2	14
26′18″	20,50	102,5	14
29′37″	20,22	102,2	14
34′55″	19,59	98,8	14
45′30″	18,58	93,8	14
56′48″	17,86	90,2	14
71′58″	17,31	87,5	14
83′13″	16,93	85,5	14
94′15″	16,69	84,4	15
116′50″	16,42	82,9	15
∞	16,32	82,42	

BEL 71. TABEL 72.

GELEIDINGSVERMOGEN VAN GALACTOSE OPLOSSINGEN.

½ mol. α galactose $R = 10000\ \Omega$ Cap.$_{vat} = 0.148$.				½ mol. α galactose + ⅛ mol. boorzuur. $R = 2400\ \Omega$ Cap.$_{vat} = 0,222$.			
d in n. en cond. *t*.	Aflezing op meetrol a.	Geleidings-vermogen $\varkappa_{250} . 10^6$	$(k + k_1) . 10^4$	Tijd in min. en second. *t*.	Aflezing op meetrol a.	Geleidings-vermogen $\varkappa_{250} . 10^6$	$(k + k_1) . 10^4$
0	561,3	11,57	—	0	494,0	66.91	door $t = 13$
'2"	555,5	11,84	—	1' 35"	490,7	67,86	gelijk nul
'14"	551,7	12,02	—	4' —	489,0	68,26	te stellen
'15"	549,2	12,15	—	7' 10"	490,1	67.97	wordt ge
'13"	547,7	12,22	—	9' 40"	491,3	67,64	vonden
'20"	545,8	12,32	—	13' —	493,2	67,13	
'45"	544,8	12,38	—	16' 50"	495,4	66,51	122
'45"	543,8	12,42	—	20' 30"	497,7	65,93	134
'30"	543,7	12,42	—	25' 25"	499,9	65,36	129
'40"	544,8	12,37	—	33' 30"	503,3	64,48	130
'30"	545,5	12,33	—	48' 15"	507,0	63,52	121
'30"	545,5	12,33	—	54' 45"	508,7	63,10	131
				66' 50"	510,8	62,56	127
				143' —	512,0	62,26	
				∞	515,6	61,38	
							Gem. 128

Waarneming $t = 0$ geschiedde 11 minuten, nadat gal. met vloeistof in aanraking kwam. In het bad na 7½ minuut.

TABEL 73. TABEL 74.

POLARISATIE VAN GALACTOSE OPLOSSINGEN BIJ 25° IN 20 C/M. BUIS

zonder boorzuur.				met boorzuur.			
½ mol. β galactose.				½ mol. β galactose + ½ mol. boorzuur			
Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$(k + k_1).10^4$	Tijd in min. en second. t.	Afgelezen draaiing $\alpha°$.	Specif. draaiing $[\alpha]_D^{25°}$	$(k + k_1)$.
0	10,48	58,2	—	0	10,45	58,5	—
1′ 50″	10,71	59,5	152	1′ 50″	10,67	59,2	126
3′ 20″	10,91	65,1	148	3′ 40″	10,90	60,6	131
5′ 10″	11,13	66,8	148	5′ 20″	11,11	61,7	136
7′ 15″	11,34	63,0	145	7′ 15″	11,31	62,8	134
9′ 30″	11,54	64,1	144	9′ 0″	11,51	64,0	135
11′ 30″	11,76	65,5	146	11′ 35″	11,74	65,2	137
13′ 55″	11,96	66,3	144	13′ 50″	11,94	66,3	134
16′ 10″	12,15	67,5	145	16, 25″	12,15	67,5	134
18′ 35″	12,33	68,5	145	18′ 30″	12,34	68,5	137
22′ —	12,54	69,6	143	21′ 40″	12,57	69,7	137
25′ 25″	12,76	70,8	144	25′ 35″	12,81	71,2	136
29′ 35″	13,00	72,2	146	30′ —	13,07	72,6	137
34′ 20″	13,23	73,4	147	37′ 5″	13,38	74,3	135
41′ 40″	13,48	74,9	144	46′ —	13,71	76,2	135
50′ —	13,79	76,5	143	52′ 15″	13,87	77,0	133
69′ 30″	14,06	77,8	141	69′ 30″	14,19	78,8	129
∞	14,48	80,5	—	∞	14,73	81,8	—

BEL 75.

TABEL 76.

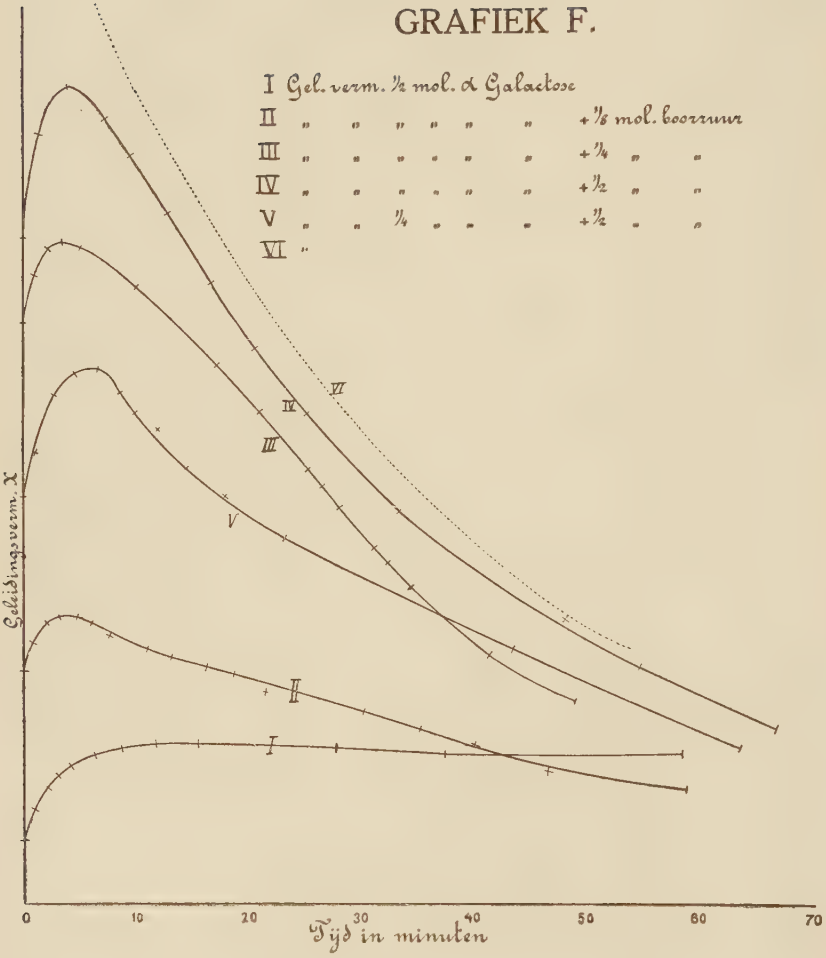
GELEIDINGSVERMOGEN VAN GALACTOSE OPLOSSINGEN.

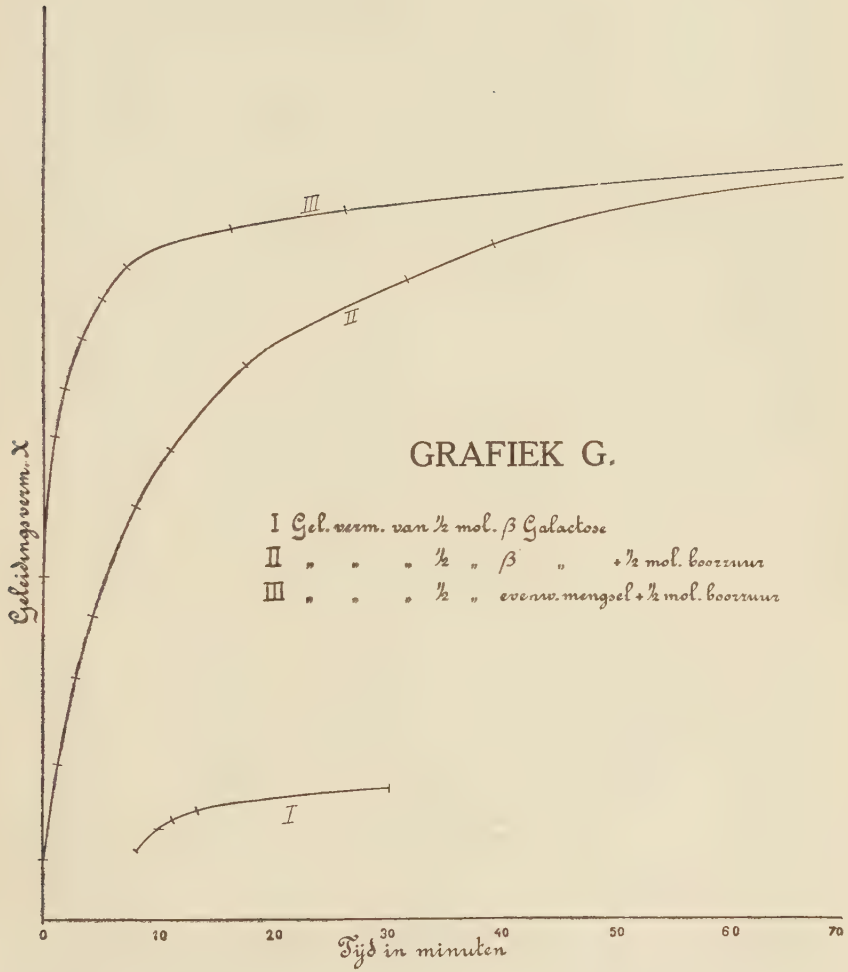
	½ mol. β galactose $R = 1400\ \Omega$ Cap.$_{vat} = 0{,}222$.			½ mol. β galactose + ½ mol. boorzuur. $R = 3000\ \Omega$ Cap.$_{vat} = 0{,}222$.			
d in . en ond. *t.*	Aflezing op meetrol a.	Geleidings-vermogen $\varkappa_{250} . 10^6$	$(k + k_1) . 10^4$	Tijd in min. en second. *t.*	Aflezing op meetrol a.	Geleidings-vermogen $\varkappa_{250} . 10^6$	$(k + k_1) . 10^4$
0	494,5	10,81	—	0	449,0	60,54	—
15″	493,0	10,87	—	1′30″	445,7	61,36	420
15″	491,0	10,96	—	2′55″	442,8	62,11	440
—	489,2	11,04	—	4′—	440,5	62,66	460
—	486,8	11,15	—	8′—	436,8	63,62	380
∞	485,0	11,22	—	11′—	435,0	64,11	350
				17′30″	432,0	64,87	300
				31′30″	429,3	65,60	250
				38′50″	428,0	65,94	240
				∞	425,3	66,66	—

ABEL 77.

EVENWICHTSMENGSEL.

½ mol. met ½ mol. boorzuur $= 2000.\ \Omega$ cap.$_{vat} = 0.222$			
	a	$\varkappa . 10^6$	
0	490,0	61,19	—
—	485,0	62,43	171
5″	483,3	62,82	116
10″	482,0	63,29	111
10″	480,2	63,62	86
10″	479,2	63,91	76
10″	477,8	64,24	43
10″	477,1	64,42	31
∞	475,5	64,85	—


GRAFIEK F.
I Gel. verm. ½ mol. α Galactose
II " " " " " " + ⅛ mol. boorzuur
III " " " " " " + ¼ " "
IV " " " " " " + ½ " "
V " " ¼ " " " + ½ " "
VI "
Geleidingsverm. x
Tijd in minuten
0
10
20
30
40
50
60
70


GRAFIEK G.
I Gel. verm. van ½ mol. β Galactose
II " " " ½ " β " + ½ mol. boorzuur
III " " " ½ " evenw. mengsel + ½ mol. boorzuur
Geleidingsverm. x
Tijd in minuten
0
10
20
30
40
50
60
70
I
II
III

constante moeten vertoonen, die gelijk is aan die voor de draaiingsverandering. Nemen we nu een punt op kromme IV voorbij het maximum, en berekenen we uit de gegevens van de tabel voor het tijdstip 13, gelijk 0, de constante, dan vinden we: 128. Deze waarde is inderdaad dezelfde die we vinden voor de constante van de mutarotatie, zoodat we daaruit mogen besluiten, dat werkelijk de mutarotatie en de verandering van het geleidend vermogen bij aanwezigheid van boorzuur verloopen met dezelfde snelheid en dat het verloop der mutarotatie werkelijk wordt voorgesteld door kromme VI. Door snel op te lossen en te polariseeren heb ik getracht dat tweede proces, dat zich zoo duidelijk openbaart bij de bepaling van het geleidend vermogen, ook bij de mutarotatie op te sporen. Genoemd proces moest de oorzaak zijn waardoor kromme VI in den aanvang een steiler verloop vertoonde. Het resultaat vinden we in de tabellen 78 en 79 weergegeven.

TABEL 78. TABEL 79.

POLARISATIE VAN ½ MOL α-GALACTOSE-OPLOSSING.

20 cM. buis.		25°.	22 cM. buis.		25°.
Tijd.	Afl.	$(k + k_1).10^4$	Tijd.	Afl.	$(k + k_1).10^4$
0	24,28	101	0	26,75	
1′ 11″	24.01	162	1′ 4″	26,37	153
2′ 25″	23,44	158	1′ 59″	26,00	165
3′ 35″	23,08	150	2′ 46″	25,76	158
5′ 6″	22,69	153	4′ 59″	25,02	159
7′ 25″	22,03	144	5′ 56″	24,73	160
9′ 20″	21,66	146	7′ 53″	24,34	162
12′ 40″	20,88	142	9′ 25″	23,92	149
		141	10′ 56″	23,58	146
					constant.

Hieruit zien we, dat, zooals meerdere analysen uitmaakten, inderdaad gedurende de eerste minuten na het oplossen een grootere snelheid voor de afname van de polarisatie optreedt bij de α-galactose.

We zouden nu voor de β-galactose eene kromme moeten kunnen construeeren, die samengesteld met III G, de curve II G, tot resultante zou moeten hebben. Deze kromme zou dan het spiegelbeeld moeten zijn van de boven gevonden

gestippelde kromme VI F. De gegeven krommen op grafiek G zijn echter niet zonder meer te sommeeren, daar de ligging van de krommen II en III t.o. van elkaar willekeurig en niet bekend is.

RIIBER [9]) publiceerde eenige jaren geleden, eenige interessante resultaten door hem verkregen met behulp van den dilatometer, bij het onderzoek o.a. van suikers in verband met de volumeverandering die zij ondergaan na het oplossen. Hij meende naar aanleiding daarvan de stelling te mogen geven, dat die suikers, waarvan de specif. draaiing na oplossen vermindert, dilatatie zullen vertoonen en omgekeerd.

Bij een oplossing van α-glucose vond RIIBER, dat het dilatatieproces, dat hierbij optrad, met dezelfde snelheid verliep als de mutarotatie.

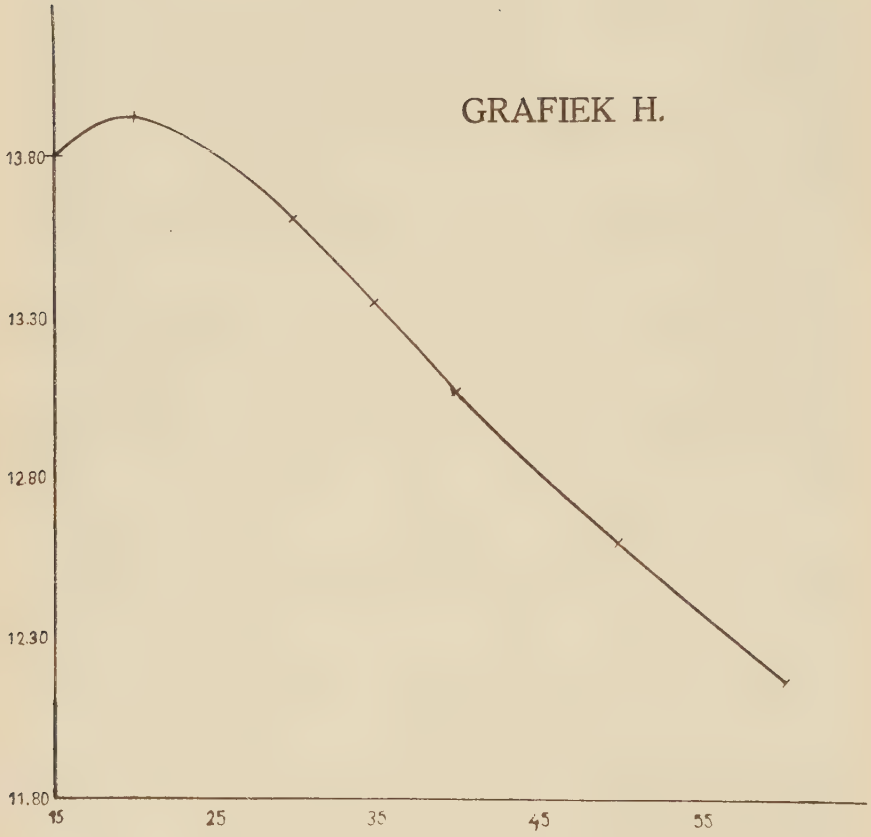
De α-galactose bleek een uitzondering te vormen. Wel vertoonde deze suiker direct na het oplossen een sterke dilatatie, doch ging deze spoedig over in eene contractie. De door RIIBER gevonden waarden zijn weergegeven in tabel 80 (1e en 2e kolom), zoomede voor een deel op grafiek H.

TABEL 80.

VOLUMEVERANDERING VAN EEN GALACTOSE-OPLOSSING.

	Tijd in min.	Aflezing in m/m.	Berekende waarden. $(k + k_1)$. 10^4
	15	13,81	$t = 30$ gelijk 0
	20	13,93	—
	25	13,73	—
$t = 30 =$ nul	30	13,60	—
	35	13,34	71
	40	13,07	76
	50	12,59	79
	60	12,17	82
	70	11,85	82,5
	80	11,58	82
	90	11,38	81
	100	11,18	82
	120	10,92	81
	130	10,81	81
	140	10,73	80,5
24 uren	∞	10,30	

GRAFIEK H.



Wanneer we deze kromme op grafiek H beschouwen, dan treft de overeenkomst die zij vertoont met IV F.

Nemen we ook hier een punt voorbij het max., bijvoorbeeld $t = 30$ gelijk nul en berekenen we de constante voor het verdere deel van de kromme, in de vooronderstelling, dat we hier met een monomoleculaire reactie te maken hebben, dan vinden we de waarden van tabel 80 3e kolom, die zeer zeker als „constanten" mogen gelden. Voor vergelijking werd nu ook de constante voor de verandering van het spec. draaiend vermogen bepaald bij 20°, daar RIIBER zijne proeven bij deze temperatuur genomen heeft. De gevonden waarden zijn weergegeven in tabel 81.

TABEL 81.

POLARISATIE VAN ½ MOL. GALACTOSE-OPLOSSING BIJ 20°.

Tijd.	Aflezing α	Berekende waarden. $(k + k_1)$. 10^4
0	24,42	
2′ 20″	23,91	95
3′ 45″	23,64	92
5′ 2″	23,51	81
6′ 23″	23,19	82
7′ 42″	22,96	83
10′ 28″	22,58	83
13′ 5″	22,15	84
15′ 40″	21,75	84
18′ 5″	21,42	84
21′ 45″	20,92	84
25′ 32″	20,48	84
28′ 30″	20,15	83
31′ 33″	19,89	81
35′ 30″	19,49	81
38′ 58″	19,16	81
42′ 45″	18,62	77
50′ 36″	18,19	81
∞	14,25	

Hieruit blijkt nu duidelijk, dat het deel van de kromme, hetwelk de *contractie* weergeeft, volkomen analoog is met de correspondeerende deelen van de krommen, die de mutarotatie en de verandering van het geleidend vermogen in tegen-

woordigheid van boorzuur weergeven; m.a.w. de afname van de draaiïng bij de α-galactose komt bij dezen suiker overeen met een contractie van de oplossing. Hiermede valt dus de stelling van RIIBER in zijne algemeenheid, dat suikers in oplossing dilatatie zouden moeten vertoonen.

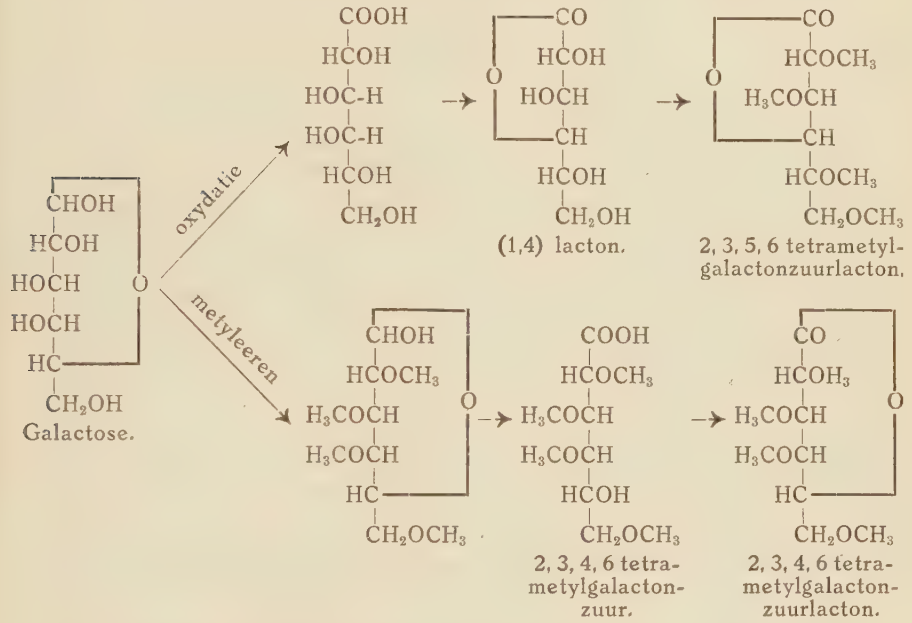
Dat 2e proces, dat we bij de weerstandsmeting zoo duidelijk vonden, treedt ook hier scherp op den voorgrond en zou zulks nog geprononceerder hebben gedaan, indien de metingen van RIIBER op een vroeger tijdstip waren begonnen. Dat proces uit zich hier in den vorm van een uitzetting. Hiermee in overeenstemming zou zijn dat we bij de polarisatie in het begin een grootere snelheid vinden die vrij plotseling daalt, zooals in de tabellen 78 en 79 is weergegeven. Geenszins wil ik echter beweren dat die volumevermeerdering, als zoodanig die snelheidsvermeerdering tot effect zou hebben, daar de geheele afname, die het volume van $\pm$ 60 cc. bij de proeven van RIIBER ondergaat in dit geval nog niet 3,5 mm^3 bedraagt, welken invloed we zeer zeker polarimetrisch niet kunnen bepalen.

Wat de werking van het boorzuur betreft, zullen we moeten aannemen, dat het evenwichtsmengsel zich snel met boorzuur omzet tot een verbinding met sterker zuur karakter. Deze snelle vorming heeft tot resultaat, dat de afname van het geleidingsvermogen, die we zouden moeten vinden ten gevolge van den minder gunstigen stand der OH-groepen voor complexvorming in de β-verbinding geheel overheerscht wordt door het 1e proces. De vorm dier beide reacties komt duidelijk tot uiting in de groote snelheid, waarmee bij de β-galactose het geleidingsvermogen toeneemt, in tegenwoordigheid van boorzuur. De gunstige stand der OH-groepen aan de C-atomen 3 en 4, maakt het mogelijk, dat ook aan deze atomen complexvorming met boorzuur plaats vindt.

Tevens vinden we, dat de stelling van BÖESEKEN, dat de α-suikers met boorzuur afname van het geleidend vermogen in oplossing zullen vertoonen, ook voor de galactose geldt. Op welke wijze echter het boorzuur verder gebonden wordt door mogelijke standverandering van OH-groepen in het overige deel van het molecule, laat zich vooralsnog niet nader preciseeren.

De structuur van de galactose is vrijwel verzekerd. [10])

Immers levert de galactose, via galactonzuur en galactonzuurlacton en metyleering van dit laatste, een ander tetrametylgalactonzuurlacton, dan indien galactose eerst wordt gemetyleerd, daarna geoxydeerd en omgezet in lacton, hetgeen voorgesteld wordt door het volgende schema:



Op grond van dit schema, lijdt het geen twijfel, dat de gewone galactose een amyleenoxydring bevat.

HOOFDSTUK VIII.

INULINE.

De benoodigde inuline werd bereid uit dahlia-knollen, volgens het voorschrift, door TANRET [1]) gegeven.

Deze werkwijze berust daarop, dat de inuline van begeleidende onzuiverheden wordt bevrijd, door herhaald gefractioneerde praecipitatie met geconcentreerde barietoplossing.

Voor het onderzoek, werd de afgescheiden, gezuiverde inuline, na met alcohol behandeld te zijn, op 130° gedroogd. De inuline lost moeilijk op en vertoont, in 4%-ige oplossing een specif. draaiing:

$$[\alpha]_D = -38{,}8°$$

Het specifiek geleidend vermogen bedroeg voor een oplossing van 2 gram in 50 cc. water:

$$\varkappa_{25°} = 32{,}6 \times 10^{-6} \text{ (constant)},$$

terwijl voor het specif. geleidend vermogen in $\frac{1}{2}$ mol. boorzuuroplossing werd gevonden:

$$\varkappa_{22°} = 59{,}6 \times 10^{-6} \text{ (constant)}.$$

Telt men de waarden van het spec. geleidend vermogen van $\frac{1}{2}$ mol. boorzuuroplossing en inulineoplossing samen, dan vindt men:

$$60{,}4 \times 10^{-6}$$

Hieruit blijkt, dat de invloed van boorzuur op het geleidend vermogen van inuline te verwaarloozen is.

ZUSAMMENFASSUNG.

Vergleichen wir den Einfluss, den Borsäure auf das Leitvermögen der Glukose und der Galactose hat, so können wir der nebenstehenden Tabelle entnehmen, dass der Einfluss von Borsäure auf das Leitvermögen der Glukose um 50% grösser ist als der betreffende Wert für die Galactose, wenn wir die Werte für das Leitvermögen der Gleichgewichtsmischungen von α- und β-zucker als Mass nehmen.

	$\Delta \times 10^{-6}$
$^1/_2$ Mol. Glukose + $^1/_2$ Mol. Bors.	75
$^1/_2$ „ Galactose + $^1/_2$ „ „	50

Die Differenz des Leitvermögens der α-Glukose und der Gleichgewichtsmischung der $\alpha \rightleftarrows \beta$-Glukose lässt sich nicht unmittelbar vergleichen mit der analogen Grösse bei der Galactose, weil das Leitvermögen der α-Galactose im Anfang zunimmt und erst nachher abnimmt. Aus der theoretisch gefundenen Kurve VI von der graphischen Darstellung F, kann wohl abegeleitet werden, dass die genannte Differenz, die wir finden, wenn wir die Mutaratation allein betrachten, nicht besonders in Grösse abweichen wird von der für die Glukose gefundenen. Der Wert für das spez. Leitvermögen der α-Glukose wurde gleich gross gefunden als derjeniger de β-Glukose und zwar konstant in wässeriger Lösung. Bei der α- und β-Galactose nimmt für *beide* das Leitvermögen zu; Fructose zeigt als β-Zucker Zunahme des Leitvermögens.

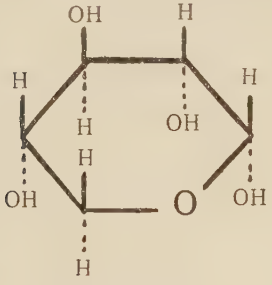
Der einzige Zucker, bei dem die Konstante der Mutarotation und die Veränderung des Leitvermögens durch Borsäure stark positiv beeinflusst wurde, war die Fructose. Die Zunahme war für beide Konstanten gleich gross und der Zunahme der Borsäurekoncentration propotional. Sehr gross ist die Zunahme des Leitvermögens der Fructose mit Spuren Borsäure.

Bei den Biosen Maltose und Lactose war in Bezug auf die Schnelligkeit mit der die Mutarotation verläuft klein oder fast kein Einfluss der Borsäure zu konstatieren. Die Veränderung des Leitvermögens unter Einfluss der Borsäure war nur gering und nur bei der Maltose war eine Konstante für die Schnelligkeitsveränderung des Leitvermögens festzustellen, deren Grösse derjenigen der Mutarotation gleich kam.

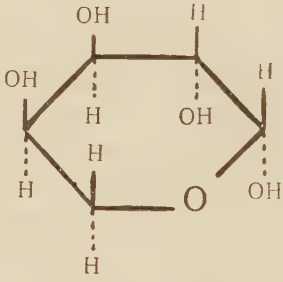
Es wurde auch versucht das Leitvermögen der reinen, in Wasser gelösten Biosen zu bestimmen. Änderungen, welche dem Standwechsel von H- und OH-Gruppe zuzuschreiben wären, konnten nicht wahrgenommen werden.

Der Einfluss auf das Leitvermögen dieser Biosen ist negativ.

Nehmen wir an, dass in der Xylose ein Amylenoxydring anwesend ist, wie es HIRST und PURVES [1]) wahrscheinlich gemacht haben und dass derselbe Sechsring auch in der Arabinose [2]) besteht, so können wir die *α*-Formen dieser Zucker durch die Symbole I und II vorstellen.

I 

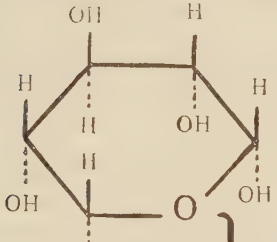
α-Xylose

 II

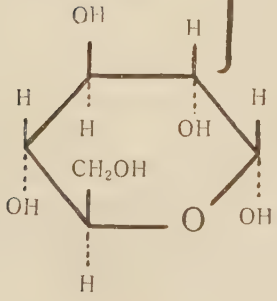
α-Arabinose

So wäre die *α*-Glukose und die *α*-Galactose vorzustellen resp. durch die Symbole III*a*, III*b* und IV*a* und IV*b*.

III*a*

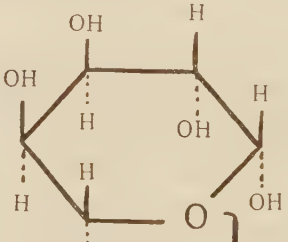


α-Glucose

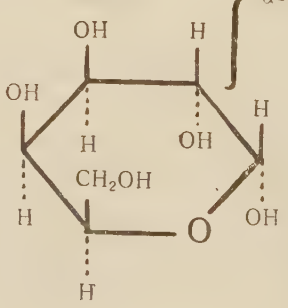


III*b*

IV*a*



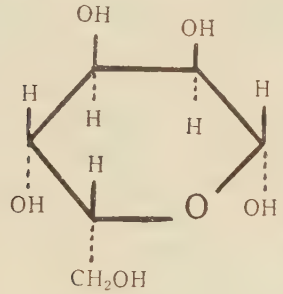
α-Galactose

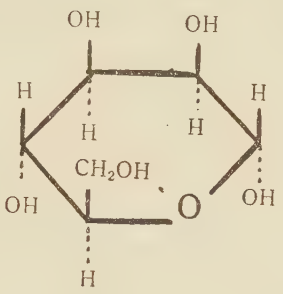


IV*b*

Nehmen wir für die Mannose auch diese Amylenoxydringstructur an, dann wäre dieser Zucker durch die Symbole V*a* und V*b* vorzustellen.

Va





Vb

α-Mannose

Auffallend ist die Übereinstimmung zwischen den Symbolen I und III einerseits und II und IV anderseits. Die Tatsache, dass die Hydrolyse einiger Polysachariden nur Glukose und Xylose liefert, während einige Gummiarten sowohl Galactose als Arabinose enthalten, ist hiermit im Einklang. Aus dem günstigen Stande der OH-Gruppen in IV*a* und IV*b* an den *C*-atomen 3 und 4, könnte man schliessen, dass die Gelegenheit zur Bildung einer komplexen Verbindung mit Borsäure günstig sei, sodass wir eine stärkere Zunahme des Leitvermögens als bei der Glucose zu erwarten hätten. Das Gegenteil ist der Fall. Zur Deutung müssten wir annehmen, dass die CH_2OH-Gruppe einen derartigen Stand einnimt, dass Sie der Komplexbildung an den *C*-Atomen 3 und 4 entgegenwirkt (vielleicht auch an den *C*-Atomen 1 und 2), welcher Prozess aber schneller verläuft als die Mutarotation und in gewissem Sinne unabhängig davon vorgeht.

Wählen wir den Stand der CH_2OH-Gruppe für die Galactose, wie er angegeben wird durch das Symbol IV*b*, so könnten wir der Glucose die Struktur zuerteilen, wie sie in III*a* vorgestellt wird.

Weil COUVERT 3) wohl das Leitvermögen der Xylose, Arabinose und Mannose in Gegenwart von Borsäure bestimmte, nicht aber der reiner Zucker, ist es leider nicht möglich Folgerungen zu ziehen aus der Zunahme des Leitvermögens, was gewiss von Interesse wäre bei der Vergleichung der Glucose und der Xylose einerseits und der Galactose anderseits.

In dem 6-Ring, der sich so oft in unsern Zuckern vorfindet, ist die Beweglichkeit sehr gross und es ist bis jetzt nicht möglich den Einfluss zu bestimmen, den der Stand der CH_2OH-Gruppe auf die Zu-oder Abnahme der Beweglichkeit im Molecüle ausübt.

Dass keiner der Biosen Erhöhung des Leitvermögens zeigt, war gewiss nicht zu erwarten. Wir werden für diese Zucker also annehmen müssen, dass der 6-Ring der Glukose in den untersuchten Biosen in dem Sinne von dem angehängten Molecüle geändert wird, dass die Orientierung der OH-Gruppen als „ungünstig" zur Komplexbildung angenommen werden muss. Gefunden wurde, dass der Satz von BÖESEKEN [4]), das die α-Zucker in Gegenwart von Borsäure Abnahme des Leitvermogens zeigen (β-Zucker zeigen Zunahme), für alle untersuchten Zucker zustrifft.

Wo die Geschwindigkeit der Änderung des Leitvermögens zu bestimmen war, konnte immer wahrscheinlich gemacht werden, dass wenigstens ein Teil dieser Änderungen dem Standeswechsel der H- und OH-Gruppe am Glucosidischen C-Atome zuzuschreiben war.

Eine neue Darstellungsweise für die β-Lactose wurde gegeben und bewiesen, dass dieses Verfahren für die Gewinnung von reinem Zucker schneller zum Ziel führt als die Älteren Verfahren. Hervorgehoben wurde, was auch den Untersuchungen von GILLIS zu entnehmen ist, das die β-Lactose sich aus Wasser uber 93° (die β-phase ist die stabile feste Phase in Berührung mit der gesättigten Lösung über dieser Temperatur) nicht leicht frei von α-Lactose gewinnen lässt. Man könnte dies dem Umstande zuschreiben, dass Ubersättigungs- und Verzögerungserscheinungen beim Auskristallisieren auftreten und dass die Zeitdauer (die überigens unbekannt ist) für das Zustandekommen des Gleichsgewichts zwischen der alleinbeständigen festen β-Phase und der gesättigten Lösung bei der Bereitung aus Wasser zu kurz bemessen wird. Ein Beitrag wurde geliefert für den Beweis, das die β-glucose im Stande ist eine Verbindung mit Pyridin zu gehen, welche Fähigleit die α-Glucose nicht besitzt. Kleinere Werte als von BEHREND [5]) angegeben, wurden gefunden für die Löslichkeit und Schnelligkeit der Mutarotation in Pyridin.

Bei der Glusose liess sich vermuten, dass neben der Mutarotation noch ein andrer Prozess verlief. Dadurch, dass der

Einfluss der Mutarotation bei der Untersuchung der Gleichgewichtsmischung ausgeschaltet wird, konnte dieser Prozess bei der Galactose verfolgt werden. Dieser Prozess mus einer Änderung in einem andern Teile des Moleküls zugeschrieben werden. Durch die günstige Stellung der OH-Gruppen an den Atomen 8 und 4 ist Komplexbildung mit Borsäure an den betreffenden C-Atomen möglich. Das abweichende Benehmen, dass RIIBER [6]) bei der Galactose beobachtet hat, ist in Übereinstimmung mit den von mir gemachten Beobachtungen.

Nach Beschreibung eines einfachen Destillationsapparates, der sehr reines Wasser liefert und eines einfachen Temperaturregulators, wurden die Ungenauigkeiten besprochen, wozu die von KOHLRAUSCH und HOLBORN [7]) gegebenen Zahlen Anlass geben beim Eichen von Widerstandsgefässen für die Bestimmung des Leitvermögens von Electrolyten.

Bewiesen wurde, dass die vereinfachte Berechnungsweise für Reaktionskonstanten, von MOESVELD [8]) angegeben, nicht richtig ist.

LITTERATUUR.

INLEIDING.

1. VIGNON. C. r. *78*, 148, (1874).
   BOUCHARDAT C. r. *80*, 120, (1875).
   D. KLEIN. C. r. *86*, 526, (1878); *99*, 144, (1884).
2. MAGNANINI. Gaz. chim. ital. *20* I, 428, (1890); *21 II*, 134, 215 (1891) Z. f. Phys. Ch. *6*, 58, (1890); *9*, 230, (1892); *11*, 281, (1893).
3. KOHLRAUSCH und HOLBORN. Leitvermögen der Electrolyte, 34, (1916).
4. Rec. *30*, 392, (1911); Versl. Kon. Akad. v. Wet. A'dam. Sept. 1912.
5. IRVINE and STEELE T. *107*, 1221, (1915).
6. B. *46*, 2612, (1913).
7. Versl. Kon. Akad. v. Wet. *24*, 1617, (1916).
8. VAN 'T HOFF. 3e Aufl. (1908). Die Lagerung der Atome im Raume.
9. Nadat door HERMANS de samenstelling van eenige dezer complexen gevonden was (Versl. Kon. Akad. v. Wet. *31*, 626, (1922)), bleek, dat we in deze complexen dikwijls een 5-waardig B-atoom hebben aan te nemen. Ook door de onderzoekingen van KOLTHOFF Rec. *XLV*, 607, (1926), over vorming van complexen van boorzuur met zouten van eenige org. oxyzuren, wordt de vorming dezer complexe verbindingen waarschijnlijk gemaakt.
10. Rec. *XL*, 551, (1921), COUVERT Diss. Delft 1921.
11. VAN LOON. Diss. Delft, 1919.
12. DERX. Diss. Delft 1922.
13. HERMANS. Diss. Delft. 1924.
14. COOPS. Diss. Delft. 1924.
15. B. *46*, 2612, (1913).
16. VAN LOON. l. c.
17. BÖESEKEN en VAN GIFFEN. Rec. *XXXIX*, 185 (1920). Derx. Diss. Delft, 1922.

18. l. c.
19. SACHSE. B. *23*, 1363, (1890).
20. DERX. l. c.
21. Rec. *39*, 186, (1920).
22. HERMANS. Diss. l. c.
23. HERMANS. Diss. l. c.
24. HERMANS. Diss. l. c.
25. HERMANS. Diss. l. c.
26. BÖESEKEN.
27. COOPS. l. c.
28. Versl. Kon. Akad. v. Wet. *26*, 97—111, (1923).
29. HERMANS. Versl. Kon. Akad. v. Wet. 31, l. c.
30. MEULENHOFF. Diss. Delft 1924.
31. MONATSH. f. Chemie *37*, 409, (1916).
32. COOPS. l. c.
33. BÖESEKEN en DOMINISSE. Rec. *45*, 491. (1926).
34. BÖESEKEN. Versl. Kon. Akad. v. Wet. Sept, 1912; Mei 1916
35. BÖESEKEN en COUVERT. Rec. *40*, 354, (1921).
36. IRVINE. Soc. *107*, 1221, 1230, (1915).

HOOFDSTUK I.

1. KOHLRAUSCH en HOLBORN. Leitvermögen der Electrolyte, (1916).
2. Zie KOHLRAUSCH, l. c.
3. KOHLRAUSCH. l. c. blz. 77.
4. J. Am. Chem. Soc. *44*, 2422, (1922).
5. l. c. blz. 77.
6. Soc. *113*, 701, (1918).
7. J. Am. Chem. Soc. *42*, 1648, (1920).
8. Geleverd door de Fa. INVENTUM te Bilthoven.
9. Zie KOHLRAUSCH, l. c. blz. 12.
10. MOESVELD. Over de berekening van snelheidsconstanten Kon. Akad. v. Wet. *31*, 276, (1922).
11. MOESVELD, l. c. blz. 279.
12. MOESVELD, l. c.

HOOFDSTUK II.

1. ERDMANN. B. *13*, 2180, (1880).
2. DUBRUNFAUT. C. r. *23*, 38—44, (1846).

3. B. *13*, 1915, 2130, (1880); *14*, 2121, (1881).
4. Fortschritte der Physik blz. 13, (1855);
„ „ Chemie blz. 671, (1855).
5. B. *15*, 2132, (1882); *16*, 2270, (1883).
6. B. *14*, 2121, (1881); *25*, 1455, (1892).
7. v. LEENT. Thèse de la faculté de Bâle, Lahaye (1894).
8. SCHMÖEGER. l. c.
9. Bl. 111, *13*, 625, (1895); *15*, 349, (1896).
10. Z. Ph. Ch. *44*, 487, (1901).
11. Ann. Chem. phys. (VII) *30*, 422, (1903).
12. Z. Ph. Ch. *46*, 620, (1903).
13. Chemie der Zuckerarten, 130, 990, 992, (1895).
14. Soc. *83*, 1305—1313, (1903).
15. l. c.
16. Soc. *75*, 213, (1899); *83*, 1314, (1903); *85*, 1551, (1904).
17. Ann. *331*, 359, (1904).
18. Z. Ph. Ch. *44*, 487, (1903).
19. Proc. Royal Soc. London *28*, 273, (1879).
20. Soc. *71*, 782, (1897).
21. J. Am. Chem. Soc. *30*, 960, (1908).
22. J. Am. „ „ *31*, 66, (1909).
23. l. c.
24. BÖESEKEN. The configuration of the saccharides Part. 1, 30.
25. Soc. *87*, 33, (1905).
26. J. Am. Chem. Soc. *28*, 114, (1906).
27. J. BIOL. Ch. *23*, 145, (1915); *31*, 623, (1917).
28. Kon. Akad. v. Wet., *26*, 280, 540, (1917); R. *39*, 88, (1920).
29. l. c. en J. Am. Chem. Soc. *30*, 1767, (1908).
30. l. c. blz. 547 (citaat).
31. J. Am. Chem. Soc. *30*, 960—971, (1908).
32. R. *39*, 92, (1920).
33. J. Am. Chem. Soc. *31*, 66, (1909).
34. R. *40*, (1921). COUVERT, Diss. Delft, (1921).
35. Bl. [3] *13*, 733, (1895).

HOOFDSTUK III.

1. Z. V. d. Zuck. Ind. *40*, 1050, (1903).
2. J. Am. Chem. Soc. *37*, 2734, (1915).
3. SUGAR. *25*, 514, 1923).
4. Volgens BAU, Z. V. d. Zuck. Ind. *41*, 481, (1904).

HOOFDSTUK IV.

1. O. SULLIVAN Soc. *25*, 579—588, (1872); *30*, 125—144, (1876).
   SCHULTZ. B. *7*, 1047—1049, (1874).
   SOXHLET. J. f. pr. Chem. *21*, 275, (1880).
   HERZFELD. Ann. *220*, 206—224, (1883).
   EFFRONT. Bl. 3, *4*, 337, 627, (1890).
   J. L. BAKER & DAY. Preparation of pure Maltose. Rep. Brit. Ass. Dublin.
   SCHLIEPHACKE. Ann. *377*, 164—188 (1910). Über Mutarotation der Maltose.
2. HAWORTH & LEITCH. Soc. *115*, 809, (1919).

HOOFDSTUK V.

1. B. *23*, 2086, 2107, (1890).
2. B. *23*, 3006, (1890).
3. Z. f. Phys. Chem. *35*, 667.
4. COUVERT. Diss. Delft, (1921).
5. B. *47*, 1980, (1914).
6. Soc. *107*, 524, (1924).
7. Soc. *109*, 1305, (1916).
8. HAWORTH & LEITCH. *Soc. 109*, 1314, (1916).
   HAWORTH. Soc. *117*, 199, (1920).
   ARMSTRONG & HILDITCH. Soc. *117*, 1086, (1920).
9. HAWORTH & LOWELL. Soc. *123*, 294, (1923).
   HAWORTH & MITCHELL. Soc. *123*, 301, (1923).

HOOFDSTUK VI.

1. LIPPMANN, Chemie der Zuckerarten, blz. 256.
2. J. Am. Chem. Soc. *39*, 320, (1917).
3. ANN. *377—378*, 220, (1912).
4. ANN. *338*, 105, (1904).
5. COUVERT. Diss. Delft (1921).
6. PURDIE & IRVINE. Soc. *83*, 1021, (1903); *85*, 1049, (1904).
7. PURDIE & BRIDGETT. Soc. *83*, 1037, (1903).
8. HIRST. Soc. *128*, 350 (1926).
9. HAWORTH. Soc. *128*, 89, (1926).
10. HUDSON. J. Am. Chem. Soc. *48*, 1424, 1434, (1926).
11. Ann. *450*, 21, (1926).
12. BÖESEKEN. B. *46*, 2612. (1913).

HOOFDSTUK VII.

1. RINDELL, Neue Z. f. Rübenzuckerind. *4*, 163, 170, (1880).
2. J. f. pr. Chem. (2) *21*, 269, (1880).
3. OST. C. *23*, 3006, (1890).
4. BOURQUELOT. J. de Pharm. (5) *13*, 51, (1886).
5. ANN. *227*, 224, (1885).
6. C. r. *134*, 610, (1902).
7. Bl. [3] *15*, 199, (1896); [3] *33*, 338, 347, (1905).
8. J. Am. Chem. Soc. *39*, 1013, (1917).
9. B. *55*, 3132, (1922).
10. PRYDE. Soc. *123*, 1808, (1923); Soc. *125*, 2468, (1924).

HOOFDSTUK VIII.

1. TANRET. Bl. [3] *9*, 200, 227, (1893).

ZUSAMMENFASSUNG.

1. HIRST & PURVES. Soc. *123*, 1352—1360, (1923).
2. E. F. ARMSTRONG. The carbohydrates and the Glucosides blz. 26, (1924).
3. COUVERT. Diss. Delft (1921).
4. BÖESEKEN. B. *46*, 2612, (1913).
5. BEHREND. Ann. *337*, 105, (1904).
6. RIIBER. B. *55*, 3132, (1922).
7. KOHLRAUSCH & HOLBORN, Das Leitvermögen der Electrolyte (1916).
8. MOESVELD. Versl. Kon. Akad. v. Wet. *31*, 276, (1922).

INHOUD.

		Blz.
Inleiding.	Overzicht der litteratuur met betrekking tot den invloed van boorzuur op polyoxy-verbindingen	1
Hoofdstuk I.	De meting van het geleidingsvermogen	11
	Beschrijving van een eenvoudig toestel voor de bereiding van geleidingswater	11
	Het ijken van vaatjes	12
	Beschrijving van den regulateur	15
	Berekening der grootheden	17
	Berekening van snelheidsconstanten volgens MOESVELD en de kritiek daarop	18
„ II.	Melksuiker	25
	Beschouwingen over verschillende onderzoekingen betreffende den melksuiker	25
	Bereidingswijze β-melksuiker	30
	Bereidingswijze α-melksuiker	37
	Onderzoek van α- en β-melksuiker	39
„ III.	Melibiose	51
	Bereiding en onderzoek	51
„ IV.	Maltose	53
	Bereiding en onderzoek	53
„ V.	Fructose	61
	Bereiding	61
	Onderzoek	62
„ VI.	Glucose	79
	Bereiding	79
	Additie-verbinding β-glucosepyridine	80
	Mutarotatie in pyridine	81
	Onderzoek	83
„ VII.	Galactose	92
	Bereiding α- en β-galactose	92
	Onderzoek	94
„ VIII.	Inuline	108
	Bereiding en onderzoek	108
Zusammenfassung		109
Litteratuur		114

De verspreiding van virusziekten van de aardappel (Solanum tuberosum L.) door insekten.

Door D. L. Elze.

INLEIDING.

In 1914 vonden ALLARD (1) van tabaksmozaiek en TAUBENHAUS (119) voor mozaiek van *Lathyrus*, dat deze ziekten door bladluizen worden overgebracht. Wel hadden in 1910 BALL (12) en SHAW (105) aangetoond, dat *Eutettix tenella* BAK. „curly top" van suikerbiet teweeg brengt, maar niet dat deze cicade daartoe eerst op 'n zieke plant gezogen moet hebben, hoewel SHAW reeds overeenkomst zag tussen „curly top" en mozaiek van tabak. Volgens KUNKEL (61, blz. 235) zou reeds in 1901 TAKAMI (118) in Japan mozaiekziekte van rijst door middel van de cicade *Nephotettix apicalis* MOTSCH. hebben overgebracht. Doch eerst na 1914 is van 'n reeks van virusziekten van verschillende gewassen gevonden, dat insekten en vooral zuigende insekten de natuurlike verspreiders zijn. Dit heeft aan de studie en bestrijding van plantaardige virusziekten 'n nieuwe richting gegeven. Maar opende tevens de mogelikheid om 't gehele virusprobleem, zoals dit zich voordoet bij tal van virusziekten van de mens, van onze huisdieren en kultuurgewassen en bij de bacteriophaag, langs 'n andere dan de tot nu gevolgde weg te benaderen.

DEFINIËRING VAN 'T BEGRIP VIRUSZIEKTEN.

Waar hier van virus gesproken wordt in plaats van filtreerbaar virus, volg ik 'n algemene gewoonte in de Phytopathologie, die ook in de mediese wetenschappen steeds meer burgerrecht krijgt. Van verschillende plantaardige virusziekten, welke symptomatologies tot deze groep gerekend dienen te worden, bezit het virushoudend sap, kunstmatig overgebracht, geen infekterend vermogen. Daardoor kan de al of niet filtreerbaarheid niet aangetoond worden en vormt dit geen algemeen geldend kenmerk. ARKWRIGHT (6) onderscheidt zelfs bij de verdeling van virustypen bij menselike en dierlike ziekten 'n groep van niet-filtreerbaar virus.

In de phytopathologie verstaat men onder virusziekten 'n groep van ziekten, waarvan de eenheid vooral gebaseerd wordt op de gemeenschappelike symptomen. Deze zijn:

1. 'n Min of meer uitgebreide chlorose, gepaard met onvolkomen uitgroeien der gehele plant of van enkele organen.
2. De onder 1. genoemde symptomen treden slechts op in die organen, welke op 't ogenblik van infektie nog niet volgroeid waren.
3. Het virus verspreidt zich door de gehele plant, is ook aanwezig in de organen, die geen ziekteverschijnselen vertonen.
4. De virusziekten zijn besmettelik; infektie heeft plaats 'tzij door vergroeiing met zieke plantedelen, 'tzij door het brengen van virushoudend sap in wonden langs kunstmatige weg of door insekten. Voor zover bekend dringt nooit virus door de onbeschadigde epidermis of stomata naar binnen, noch op die manier naar buiten; blijkbaar bevindt 't virus zich intracellulair.
5. 'n Eenmaal geïnfekteerde plant schijnt niet meer te genezen, de ziekte is echter zelden dodelik.
6. 't Virus kan slechts voortbestaan en vermeerderen in 'n levende plant, is dus, als levend organisme beschouwd, obligaat parasities.

De overeenkomst met 't virus uit de menselike en dierlike pathologie en met de bacteriophaag bestaat in:

1. Het obligaat „parasitisme".
2. Het infekterend vermogen ook bij sterke verdunning.
3. De onzichtbaarheid of, waar bepaalde lichaampjes zijn waargenomen, de moeilikheid om deze als organismen te onderscheiden.
4. De filtreerbaarheid in die gevallen, dat met sap infekties zijn gelukt.

DOEL VAN HET ONDERZOEK.

PRAKTIES DOEL.

Ter bestrijding van de virusziekten diende in de eerste plaats bepaald te worden, welke insekten in staat zijn deze te verspreiden en in verband daarmee of alle door dezelfde insekten worden overgebracht. Wel is het prakties belang hiervan geringer geworden door de onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES (77, 78 en 79), waardoor men in staat is door geïsoleerd kweken en vroeg rooien van pootgoed over gezond materiaal te beschikken. Echter daar volgens deze metode steeds slechts betrekkelik kleine hoeveelheden pootgoed te kweken zijn, is men genoodzaakt het gezonde materiaal onder meer normale landbouwtoestanden te vermeerderen, waarbij de kans op infektie veel groter is. Hierin tracht men te voorzien door keuring van 't gewas te velde, hetgeen nog weleens teleurstellingen oplevert, waarschijnlik doordat op 't ogenblik van inspektie symptomen van plaats gehad hebbende infekties nog niet zichtbaar zijn. Weet men, welke insekten bij de verspreiding 'n rol spelen, dan kan men die streken of in bepaalde streken die plekken voor de pootgoed vermeerdering uitsluiten, waar de gevaarlikste insekten 't meest voorkomen. Of men kan 't minimum aantal geoorloofde zieke planten regelen naar de mate waarin deze insekten te verwachten zijn.

Om 'n juist inzicht te hebben in de rol, die de insekten spelen bij de verspreiding, was de bestudering van enkele biologiese biezonderheden van de voornaamste virusdragers noodzakelik. Hoewel het mogelik bleef, dat ook andere insekten aan de verspreiding van virusziekten van de aardappel deelnemen, was 't, uit hetgeen door onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES (77), SCHULTZ en FOLSOM (98, 99 en 100) e. a. reeds bekend was, duidelik, dat bladluizen wel de voornaamste virusdragers zijn, zodat daaraan de meeste aandacht is besteed.

TEORETIES DOEL.

Uit 'n algemeen wetenschappelik oogpunt wordt de kern van het virusprobleem gevormd door de vraag, of het virus 'n levend

organisme is dan wel 'n stof van enzymatiese of toxiese natuur. Zou het laatste 't geval zijn, dan lijkt het logies 'n spontaan optreden van virusziekten als mogelik te veronderstellen, zij het afhankelik van bepaalde uitwendige omstandigheden. Bij de dierlike virusziekten is in 't algemeen de natuurlike infektiebron niet bekend, kan men deze in ieder geval niet met grote zekerheid beheersen, zodat het ook niet mogelik is tot een al of niet spontaan optreden van deze ziekten te besluiten. Hetzelfde geldt min of meer ten opzichte van de bacteriophaag.

Anders staat de kwestie bij de plantaardige virusziekten, waarvan voor de grote meerderheid bewezen is, dat insekten de enige natuurlike verspreiders zijn. Het optreden van zo'n ziekte bij geheel insektenvrij opgekweekte planten zou sterk voor 'n levenloze, infektieuse stof pleiten; tot nog toe is hiervan niets gebleken. Het is dan ook te wijten aan hun onbekendheid met de rol, die insekten hier spelen, dat WOODS (128), CHAPMAN (29) en HEINTZEL (50) aan 't virus van tabaksmozaiek 'n enzymaties karakter konden toeschrijven of HUNGER (52) het als 'n toxine kon beschouwen, onder abnormale voedingsomstandigheden gevormd. Als hulphypotese moesten zij hierbij aannemen, dat dit enzyme of toxine in kleine hoeveelheden in 'n plant gebracht zich autokatalyties kan vermeerderen, zonderdat deze plant zich evenals de oorspronkelike onder ongunstige uitwendige omstandigheden bevindt.

Hun opvattingen steunen vooral op de vergeefse pogingen het virus in reinkultuur te kweken. Voor tabaksmozaiek is dit beproefd door BEYERINCK (14), die tot 'n negatief resultaat kwam. De laatste tijd zijn deze pogingen hervat. Zo verkondigde OLITSKY (76), dat het hem gelukt was virus van tomatenmozaiek, zeer sterk verdund in extrakt van gezonde tomaten, zich zodanig te laten vermeerderen, dat het infektievermogen even groot was als van onverdund of minder sterk verdund virus. MULVANIA (68) en Helen PURDY (86), die zijn proeven zeer nauwkeurig herhaalden, konden dit echter niet bevestigen.

Men heeft ook getracht door vergelijkende, cytologiese studies van gezonde en zieke plantedelen de aanwezigheid te bepalen van vreemde organismen. Werkelik hebben vele onderzoekers iets dergeliks gevonden, o. a. IWANOWSKY (53), PALM (80), KUNKEL (59), McKINNEY (66), Bessie GOLDSTEIN (45), maar men is er tot nog toe niet in geslaagd te bepalen of deze bestanddelen

vreemde, binnengedrongen organismen zijn dan wel uitscheidingsprodukten van de zieke sel. Wel heeft voor kort Sophie ECKERSON (40) in 'n voorlopige mededeling een flagellaat beschreven, welke in de chloroplasten van mozaiekzieke tomaat zou voorkomen, maar uit niets blijkt, dat deze niet in gezonde planten aanwezig is en al zou dit 't geval zijn, dan bestaat nog de mogelikheid, dat dit slechts flagellaatvormige slijmklompjes zijn, zoals reeds sinds lang in verschillende planten gezien werden door BAILY (10), KOTILA en CCONS (58) e. a. Bij tal van dierlike virusziekten zijn eveneens allerlei vreemde lichaampjes beschreven o. a. onder de naam van *Strongyloplasma*, ook de *Rickettsia* wordt wel tot deze groep gerekend, al schijnt hier 't virus niet filtreerbaar te zijn. Men is echter, wat de aard van deze vreemde bestanddelen betreft, niet verder dan in de Phytopathologie.

'n Andere weg is gevolg door ALLARD (2, 3 en 5), die virushoudend sap op verschillende manieren physies en chemies heeft behandeld met 't doel om na te gaan in hoeverre 't virus van tabaksmozaiek op deze bewerkingen reageert als 'n enzyme of toxine dan wel als 'n levend organisme. Uit 't resultaat van z'n onderzoekingen trok hij 't besluit met 'n levend organisme te doen te hebben, welke konklusie sedert dien vrij algemeen aanvaard is. FREIBERG (42) is echter van mening, dat de waarnemingen van ALLARD even goed met de enzymeteorie verklaard kunnen worden en ook MULVANIA (69) meent op grond van z'n uitkomsten bij behandeling van virus met alkohol, verschillende temperaturen of met licht tot 'n enzymatiese natuur te moeten besluiten. Hij kan dit echter alleen doen door alle andere gevonden eigenschappen van verschillende virussoorten buiten beschouwing te laten. Zo loopt de resistentie tegenover bovengenoemde uitwendige invloeden sterk uiteen; bij 't virus van komkommermozaiek komt deze volgens de gegevens van DOOLITTLE (37) meer overeen met die van bakteriën. Trouwens reeds 't feit, dat het virus evenals enzymen zeer fijn verdeeld is, doet vermoeden dat het in vele opzichten op gelijke wijze zal reageren op grond van 't gemeenschappelik kolloidaal karakter. Bovendien meent KERMORGANT (55) bij bof gevonden te hebben, dat dit veroorzaakt wordt door *Spirochaeten*, welke onder bepaalde omstandigheden tot 'n virus uiteenvallen, dat dan als 'n soort reproduktiemiddel beschouwd moet worden met 'n grotere weerstand dan het vegetatief organisme, hetzelfde wordt door sommigen ver-

ondersteld voor streptococcen, de tuberkelbacil en andere pathogene bakteriën, o. a. RAMSINE (92).

Volgens ARKWRIGHT (6) zouden de meeste dierlike virussoorten zich in hun resistentie weinig van pathogene bakterieën onderscheiden. De bacteriophaag daarentegen gedraagt zich in dit opzicht meer als tabaksmozaiek.

Hoezeer dus de resultaten in de laatste 15 jaar verkregen de meerderheid der onderzoekers ervan overtuigd hebben, dat men te doen heeft met levende organismen, is 't duidelik, dat geen van de boven behandelde metoden meer dan de waarschijnlikheid hiervan naar voren heeft gebracht. In 'tzelfde geval verkeert men tegenover 't virus in de mediese wetenschappen en de bacteriophaag.

Het feit, dat de meeste plantaardige virusziekten in de natuur door insekten worden verspreid, doet 'n nieuwe metode aan de hand om het wezen van 't virus te benaderen zij 't ook hier op indirekte wijze. Wanneer zou blijken, dat virusziekten slechts door zeer bepaalde insekten onder zekere voorwaarden verspreid kunnen worden, valt 't moeilik aan te nemen, dat men met 'n enzymaties virus te doen heeft, daar 't overbrengen van 'n dergelike smetstof waarschijnlik plaats zou hebben door verontreinigingen aan de monddelen van alle zuigende zowel als bijtende insekten. Omgekeerd kan men niet beweren, dat bij 'n dusdanige verspreiding (uitwendig-mechanies zoals RAND en PIERCE (93) dit noemen) men zeker met 'n enzyme of iets dergeliks te doen heeft, aangezien ook organismen op deze wijze verspreid kunnen worden, zoals *Bacillus amylovorus* BURRILL bij „pear-blight". Slechts, indien het virus in de zeefvaten gelokaliseerd zou zijn, is 't denkbaar, dat de verspreiding ook bij enzymaties karakter van 't virus alleen door bepaalde en wel zuigende insekten kan plaats hebben. De waarnemingen speciaal van de virusziekten van 't mozaiektype wijzen niet op 'n dergelike lokalisatie, zo bewezen ALLARD (4) en DOOLITTLE (37) voor tabaks- en komkommermozaiek de aanwezigheid van 't virus in de trichomen.

Op andere wijze zal 't vraagstuk langs entomologiese weg te benaderen zijn, indien het virus in 't insekt 'n stadium doorloopt, dat mikroskopies zichtbaar te maken is of zelfs als er duidelik waarneembare histologiese veranderingen optreden, b.v. in de

speekselklieren. Deze mogelikheid is bij dit onderzoek niet in studie genomen; zolang niet meer positieve gegevens bekend waren over de rol, die de insekten bij de hier behandelde ziekten spelen, leek dit voorbarig. Temeer waar over de anatomie van bladluizen, welke hier in de eerste plaats in aanmerking komen, nog zeer weinig bekend is.

LITERATUUR-OVERZICHT OVER DE VERSPREIDING VAN PLANTAARDIGE VIRUSZIEKTEN DOOR INSEKTEN.

INLEIDING.

Om de juiste betekenis van de insekten als verspreiders van virusziekten te leren kennen, dienen verschillende punten afzonderlik onderzocht te worden.

1. In de eerste plaats dient bepaald te worden, welke soorten in staat zijn 'n bepaalde ziekte te verspreiden.

2. In aansluiting met 't eerste punt is de vraag of larven de ziekte evenals 't volwassen insekt overbrengen vooral van betekenis bij de Rhynchoten, waar alle ontwikkelingstadia op dezelfde planten voedsel zoeken.

3. De mogelikheid van 't bestaan van 'n incubatie van 't virus in 't insekt, d. i. de tijd die er verlopen moet eer 't insekt na 'n korte tijd zuigen 'n gezonde plant kan infekteren.

4. De infektiekans per individu, daar in natuurlike omstandigheden als regel infektie door een of weinig insekten zal plaats hebben. Geschiedt het overbrengen door toevallig aan de monddelen klevende voedsel- en virusresten, dan lijkt de kans op 'n gelukte infektie belanrijk kleiner dan, indien 't virus in 't insekt eerst 'n zekere ontwikkeling of groei heeft doorgemaakt. Dit wil niet zeggen, dat in 't laatste geval de kans in zekerheid overgaat.

5. De levensduur van 't virus in 't insekt, nadat dit de voedsterplant heeft verlaten. Dit is vooral van belang bij overwinterende insekten, maar ook als tijdelik voedsel gezocht wordt op andere soorten, welke immuun zijn.

Moet 't virus in 't insekt 'n incubatie doorlopen, dan zal na afloop daarvan het infekterend vermogen van 't insekt waarschijnlik enige tijd op dezelfde hoogte blijven om eerst op den duur af te nemen. Gaat de ontwikkeling tijdens de incubatie tevens met groei gepaard, dan is het zelfs denkbaar, dat 'n eenmaal besmet dier gedurende 't gehele leven virusdrager blijft. Wordt 't virus daarentegen zuiver mechanies overgebracht, dan zal 't insekt direkt na het verlaten van de zieke plant andere kunnen besmetten, waarmee tegelijk 't infekterend vermogen

afneemt. Bovendien zal 't virus onder invloed van uitwendige omstandigheden meer of minder snel afsterven.

6. Daar ook de oesophagus van 'n chitine-wand is voorzien, heeft bij iedere vervelling tot ver in 't darmkanaal als 't ware 'n algehele reiniging plaats. Hierdoor wordt de kans, dat na zo'n vervelling 'n insekt virusdrager blijft uiterst gering, indien tenminste het virus mechanies wordt overgebracht. Prakties is dit van belang bij de laatste vervelling van gevleugelde Rhynchoten of bij verpopping en ontpopping van kevers, wanneer larve en volwassen insekt op 't zelfde gewas leven.

7. Tenslotte is de mogelikheid van overgang van 't virus van moederdier op jong van betekenis.

Van al deze punten heeft men tot nog toe alleen aan de eerstgenoemde vrij algemeen aandacht besteed, slechts bij „curly top" van suikerbiet, „spinach blight" en „aster yellows" zijn ook verscheidene van de overige punten in onderzoek genomen. Deze ziekten zullen dan ook in dit overzicht uitvoeriger besproken worden.

Ten opzichte van de eerste vraag kan men de virusziekten in enige groepen indelen:

1. Ziekten, die slechts door één insektesoort worden overgebracht.
2. Die, welke met meerdere soorten overgaan, maar niet met elke willekeurige soort, terwijl met een of enkele van de virusdragende insekten nog 'n specifieke verhouding kan bestaan.
3. Die, welke ogenschijnlik overgebracht kunnen worden door elk willekeurig dier, dat de betreffende plant beschadigt, zonder dat één soort 'n biezondere plaats inneemt.
4. Die, waarvan ondanks verschillende pogingen tot nog toe geen insekt als overbrenger is gevonden.

VIRUSZIEKTEN, WELKE SLECHTS DOOR EEN INSEKTESOORT WORDEN OVERGEBRACHT.

Hieronder kunnen gerekend worden „curly top" van suikerbiet, overgebracht door de cicade *Eutettix tenella* BAKER bestudeerd door SHAW (105), BALL (12) e. a.; mozaiek of „gelestrepenziekte" van suikerriet en mais door de bladluis *Aphis maidis* FITCH., BRANDES (22, 23, 24), WILBRINK (125) e. a.;

„streak disease" van mais en suikerriet door de cicade *Balclutha mbila* NAUDE, STOREY (116, 117); „aster yellows" door de cicade *Cicadula sexnotata* FALL., KUNKEL (61); „leaf curl" van framboos door de bladluis *Aphis rubiphilla* PATCH, RANKIN en HOCKEY (94), FL. T. SMITH (107) en DICKSON (34) en mozaiek van framboos door de bladluis *Amphorophora rubi* KALT., WILCOX en SMITH (126).

Op te merken valt, dat deze specialisatie van 't virus ten opzichte van 't insect niet hoeft samen te gaan met specialisatie t. o. v. de plant. Niet slechts dat gele strepenziekte behalve op suikerriet voorkomt op talrijke andere grassen uit verschillende geslachten, zoals vooral door BRANDES en KLAPHAAK (26) is aangetoond, maar „curly top" zowel als „aster yellow" is waargenomen op planten uit zeer verschillende famielies, BONQUET en STAHL (17), CARSNER (27) en KUNKEL (61). Opvallend is verder, dat in 'n drietal gevallen cicaden als enigste virusdragers bekend zijn. Bij 'n studie over de wijze van aanboren van de aardappelplant door verschillende Rhynchoten neemt Kenneth M. SMITH (108) waar, dat cicaden evenals wantsen slechts bij toeval 't phloëem treffen. Al is 't niet zeker dat dit voor alle cicaden geldt, toch is niet waarschijnlik dat 't al of niet bereiken van 't phloëem 'n belangrijke rol speelt, wat in 't biezonder opvalt bij suikerriet en mais, waar mozaiek verspreid wordt door 'n bladluis, die volgens BRANDES (25) vooral 't phloëem zoekt, terwijl „streak" door 'n cicade wordt overgebracht.

Van de meeste dezer ziekten is slechts bekend, dat ze door één bepaald insekt worden overgebracht. In 't algemeen is 't verband tussen virus, plant en insekt niet nader bestudeerd, hetgeen juist hier, waar 'n sterk sprekende, specifieke verhouding schijnt te bestaan, zeer belangwekkend had kunnen zijn.

Gele strepenziekte (mozaiek) van het suikerriet.

Deze ziekte wordt alleen door *Aphis maidis* verspreid, 'n insekt, dat volgens WILBRINK (125) en verscheidene andere onderzoekers over 't algemeen weinig talrijk voorkomt op suikerriet en dat, naar CHARDON en VEVE (29) waarnamen, alleen in belangrijke mate hierop overgaat als de wilde grassen vernietigd worden. *Aphis sacchari* ZEHNTNER daarentegen is zeer gewoon op suikerriet; waardoor dit insekt hier van geen betekenis is, heeft men niet nader onderzocht. Wel toont BRANDES (25) aan, dat

A.maidis met de zuigsnuit tot op 't phloëem doordringt, maar hij verzuimt na te gaan of in dit opzicht 'n onderscheid bestaat met *A.sacchari*. In dit verband is nog opmerkelik, dat BRANDES bij z'n studie over 't zuigen van *A.maidis* tot de opvatting komt, dat 't virus waarschijnlik met 't speekselvocht in de plant wordt gebracht of zoals hij zegt:

> „In all these sections ..... the unusual amount of salivary secretion is clearly shown. It appears to the writer that this secretion is unquestionably the medium by which the infective principle of mosaic is carried into the plant."

en verder:

> „It has been found that a definite, measurable quantity of virus is necessary. This would eliminate from consideration as an explanation the carrying into the plant of the scanty amount of virulent material adhering to the minute mouth parts."

Daar hoogst waarschijnlik bij alle *Rhynchoten* 't zuigkanaal voor 't voedsel en 't afvoerkanaal van 't speeksel tot in de top van de monddelen geheel afgescheiden van elkaar verlopen, zou volgens de hierboven weergegeven opvatting het virus vanuit 't darmkanaal door 't bloed in de speekselklieren moeten terecht komen, eer infektie kan plaats hebben.

Hoewel men in de regel slechts infekties verkreeg met *A.maidis*, had KUNKEL (60) in Hawaii overgang waargenomen met de cicade *Peregrinus maidis* ASHM. Het gelukte deze onderzoeker echter niet in Amerika met 't zelfde insekt de daar aanwezige mozaiekziekte over te brengen; hij konkludeert daaruit, dat de mozaiek in Hawaii een andere moet zijn dan die in Amerika (en in Indië) (62). Wellicht dat hetzelfde geldt voor het mozaiek door CHARDON en VEVE (30) waargenomen, zij verkregen n.l. overgang met 'n *Carolinia sp.*

„Curly top" van suikerbiet.

Uitvoeriger is de betekenis bestudeerd van *Eutettix tenella* BAKER voor „curly top" in suikerbiet. Deze ziekte, welke voornl. in California schijnt voor te komen, is in z'n verspreiding geheel bepaald door die van boven genoemde cicade. Reeds SHAW (105) toonde aan, dat wel *E.tenella* maar niet thrips, bladluizen en mijten de ziekte veroorzaken; daar hem bij dit onderzoek nog niet bekend was, dat *E.tenella* slechts dan „curly top" te weeg brengt

indien 't afkomstig is van 'n zieke plant, waren z'n proeven niet afdoende. Eerst CARSNER en STAHL (28) toonden definitief, dat alle insekten behalve *E.tenella* van geen betekenis zijn. FAWCETT (41) vond echter in N.Argentinië 'n zwakkere vorm van „curly top", welke overgebracht werd door de cicade *Aceratogallia sanguinolenta*. *E.tenella* kwam daar ter plaatse niet voor, wel meer naar 't Zuiden en zou daar weer samengaan met de hevige N.Amerikaanse vorm van „curly top".

SMITH en BONQUET (110) namen waar, dat 'n cicade na 'n korte tijd (ongeveer 3 uur) zuigen op 'n aangetaste plant niet direkt de ziekte kan overbrengen, maar eerst na 24 uur, hetgeen dus zou wijzen op 'n zekere ontwikkeling van 't virus in 't insekt. Later nam SEVERIN (103) hetzelfde waar; hij vond, dat de duur van deze incubatie afhankelik is van de temperatuur: bij gemiddeld 37° C. slechts 4 uur, hetgeen doet denken aan 'n zeker groeiproces van 't virus afhankelik van de temperatuur. STAHL en CARSNER (112) vonden, dat 't virus niet van 't moederdier via 't ei op de larve overgaat, heeft de larve echter eenmaal op 'n zieke plant gezogen, dan is 't dier dadelik virulent (afgezien van de noodzakelike incubatie). Er worden geen proeven vermeld over 't behoud van de smetstof tijdens 'n verveling, slechts schrijven dezelfde auteurs in 'n latere publicatie (114), dat het bekend is, dat nymfen tijdens de vervellingen de virulentie niet verliezen.

'n Belangrijk punt in zake de verhouding tussen virus en insekt is de tijdsduur, welke 't virus in 't insekt in leven kan blijven. CARSNER (27) meent, dat cicaden meer dan 80 dagen virulent kunnen blijven op onkruiden, waarvan bekend was, dat ze onvatbaar voor „curly top" en ook geen virusdragers zijn, terwijl STAHL (113) voor Z.Idaho aanneemt, dat besmette, volwassen dieren 't virus gedurende de winter in stand houden. In Californië met zachte winters heeft 't insekt in die periode nog 'n nieuwe generatie, welke op onkruiden leeft, waarvan vele vatbaar zijn voor „curly top". De cicade is hier overbrenger van 't virus van en naar de bieten en houdt het in stand in de periode tussen 't rooien der bieten en 't verschijnen van de vatbare onkruiden, welke periode volgens CARSNER tot enkele maanden kan bedragen. In Z.Idaho is er één generatie per jaar, de dieren overwinteren in verdovingstoestand. Ook SEVERIN (104) heeft hier over geëxperimenteerd door een, op 'n zieke plant opgegroeide cicade na de laatste vervelling dageliks op 'n nieuwe, gezonde

plant over te brengen. Hij komt tot 't besluit, dat prakties genomen dergelike dieren hun gehele leven virusdrager blijven, al wordt niet iedere plant, waarop ze zuigen, geïnfekteerd.

In 't algemeen schijnt de kans op gelukken van infekties zeer groot; verschillende onderzoekers, o. a. SEVERIN (103, 104) vermelden bij de hierboven besproken feiten gunstige uitkomsten met één of enkele dieren. Eigenaardig is de waarneming van de laatste, dat 'n virusdragend individu niet steeds virulent is: perioden van gelukte infekties wisselen af, met perioden van negatieve resultaten. Men zou geneigd zijn in 't dier in wisselende produktie van infektiemateriaal te veronderstellen. Dergelike waarnemingen doen CARSNER en STAHL (28). Deze laatsten vonden ook, dat de hevigheid en de snelheid van 't verschijnen van de eerste symptomen bij de biet onafhankelik is van 't aantal cicaden en de tijdsduur van 't zuigen, dus niet bepaald wordt door de hoeveelheid ingebracht virus.

„Aster yellows".

Na enkele voorlopige mededelingen publiceerde KUNKEL (61) in Desember 1926 'n uitvoerige en zeer nauwkeurige studie over de rol, welke de cicade *Cicadula sexnotata* FALL. speelt bij de verspreiding van „aster yellows" in Amerika. Deze ziekte, die in veel opzichten grote overeenkomst vertoont met „curly top", wordt, zover tot nog toe gebleken is, alleen door bovengenoemde cicade overgebracht. Het meest opmerkelike feit is hierbij wel, dat het virus in 't insekt gedurende bijna 14 dagen 'n incubatie moet doormaken, eer de dieren gezonde planten kunnen infekteren. Zeer terecht merkt KUNKEL op, dat het moeilik valt 't virus hier 'n chemies karakter toe te kennen; hij wijst er op, dat deze incubatie overeenkomt met die van enkele parasietiese protozoën in overbrengende insekten, zoals *Plasmodium vivax*, 'n malaria parasiet, in steekmuggen, *Anopheles*-sp. en *Trypanosoma rhodesiense* in de tsetsevlieg, *Glossina*-sp.

Bij voorlopige anatomiese onderzoekingen van virusdragende cicaden heeft hij echter geen afwijkingen kunnen waarnemen.

Overigens gaat evenals bij „curly top" het virus bij vervelling niet verloren, gaat het niet met 't ei over, blijft 'n eenmaal geïnfekteerd insekt in de regel levenslang virusdrager en kan vrijwel ieder individu, dat enige tijd (ongeveer 1 dag) op 'n zieke plant heeft gezogen, na afloop van de incubatie met grote zekerheid 'n

reeks van gezonde planten besmetten. Ook hier verliest 't dier door zuigen op immune plantesoorten niet het infekterend vermogen.

VIRUSZIEKTEN, WELKE DOOR MEERDERE INSEKTESOORTEN WORDEN VERSPREID, MAAR NIET DOOR ELKE WILLEKEURIGE SOORT.

Van deze ziekten is alleen „spinach blight" uitvoerig bestudeerd door McCLINTOCK en SMITH (64). Van de onderzochte insekten gaven de bladluizen *Rhopalosiphum (Myzus) persicae* SULZ., *Macrosiphum solanifolii* ASHM. en *Aphis rumicis* L. en de wants *Lygus pratensis* L. positieve uitkomsten; infekties met de wantsen *Nezara hilaris* SAY, *Euchistus servus* SAY, de aardvlo *Diabrotica 12punctata* CLIVIER en verder met *Thrips tabaci* LINDEMAN, *Smynthurus hortensis* FITCH en S. *quadrimaculatus* RYDER mislukten. Echter zijn naar 't schijnt met alle laatst genoemde insekten slechts weinig proeven genomen, zodat wellicht bij uitgebreider onderzoek het resultaat anders zal uitvallen, al wijzen de proeven met de bladluizen en *Lygus pratensis* er wel op, dat, indien mogelik, infekties gemakkelik gelukken.

Alleen *R.persicae* en *M.solanifolii* zijn uitvoeriger bestudeerd t.o.v. de rol, die zij bij de verspreiding spelen; het bleek, dat beide soorten zich geheel gelijk gedragen. Het bestaan van 'n incubatieperiode van 't virus in 't insekt is niet onderzocht; wel bleek, dat virusdragende dieren reeds bij 5 minuten zuigen planten kunnen infekteren en dat luizen, afkomstig van gezonde planten, na 10 minuten zuigen op zieke 't virus kunnen overbrengen, zodat hiervan blijkbaar zeer kleine hoeveelheden nodig zijn.

Verder bleek, dat 'n eenmaal geïnfekteerde luis grote kans heeft virusdrager te blijven; ook zou 't virus van 't moederdier op de jongen overgaan, zonder dat de dieren op spinazie leven en dit zelfs enige generaties achter elkaar. Dit schijnt een van de manieren te zijn, waarop 't virus gedurende de zomer — wanneer geen spinazie gekweekt wordt in de hier bedoelde streken — in leven blijft. Alle ontwikkelingstadia kunnen de ziekte overbrengen, bovendien gaat met 'n vervelling de besmettingsmogelikheid niet verloren. Uit al deze feiten blijkt, dat ook hier 't virus in sterke mate aan de insekten is aangepast. De kans op 'n gelukte infektie met één of weinig luizen is dan ook groot, terwijl één luis meerdere gezonde planten achtereenvolgens kan besmetten.

In hoeverre tabaksmozaiek tot deze groep gerekend dient te worden, is niet recht duidelik. Geen enkele tot nog toe bestudeerde ziekte van dit type is zo gemakkelik van plant op plant over te brengen; de veronderstelling ligt dan ook voor de hand, dat ieder insekt, hetwelk op een of andere wijze de tabaksplant als voedselbron gebruikt, mozaiek mechanies kan overbrengen.

Toch meent ALLARD (4) aangetoond te hebben, dat van de bladluizen wel *Myzus persicae* SULZ. en *Macrosiphum tabaci* PERG. mozaiek overbrengen, daarentegen niet *Macrosiphum lactucae* KALT. hoewel deze luis zich zeer goed op tabak kan voeden en vermeerderen. Jammer genoeg zijn insekten met bijtende monddelen niet op hun infekterend vermogen onderzocht.

VIRUSZIEKTEN, WELKE OVERGEBRACHT KUNNEN WORDEN DOOR ELK WILLEKEURIG INSEKT, DAT ZICH OP DE WAARDPLANT VOEDT.

Tot deze groep behoort waarschijnlik komkommermozaiek, in Amerika uitvoerig bestudeerd door DOOLITTLE (37) en WALKER (38), waarbij echter de entomologiese kant van 't onderzoek weinig op de voorgrond is getreden. DOOLITTLE vond, dat zowel de bladluis *Aphis gossipii* GLOVER als de aardvlooien *Diabrotica vittata* FABR. en *D. duodecimpunctata* OLIV. ziekteverspreiders zijn. Met andere insekten lukte de overgang weliswaar niet, maar daarmee zijn slechts enkele proeven genomen.

Over de verdere verhouding tussen virus en insekt zijn weinig waarnemingen gedaan, slechts bleek *A.gossipii* 't mozaiek veel gemakkeliker over te brengen dan de kevers. Echter zouden deze laatste belangrijker zijn door hun groter aantal en vroeger optreden; mozaiek zou n.l. reeds voor het verschijnen van bladluizen aanwezig zijn. Reeds voor 1920 was het uit enkele proeven aan DOOLITTLE gebleken, dat *D. vittata* 3 weken na 't vreten op mozaiekzieke komkommer niet meer in staat is infektie teweeg te brengen (37, blz. 45); door uitgebreidere proeven heeft hij in samenwerking met WALKER (38) aangetoond, dat 't virus hoogst waarschijnlik niet in dit insekt zal kunnen overwinteren.

De grotere zekerheid waarmee bladluizen de ziekte overbrengen, wordt door DOOLITTLE verklaard uit 't feit, dat bladluizen met hun zuigsnuit tot op 't phloëem doordringen. Dit wordt echter niet waarschijnliker gemaakt door andere proeven van hem, waarbij bleek, dat slechts geringe beschadiging van de bladharen

met 'n virusdragend voorwerp in staat is 'n plant te besmetten. 't Lijkt dan ook niet uitgesloten, dat bij nadere bestudering van dit en andere gevallen, waarin meerdere insekten 'n virusziekte overbrengen, blijken zal, dat de door mij onderscheide tweede en derde groep van virusziekten verenigd dienen te worden tot één grote groep, waarvan 't kenmerkende is, dat vrijwel alle insekten met meer of minder grote zekerheid de ziekte mechanies kunnen over brengen, terwijl er bovendien een of enkele zijn (zo ver de waarnemingen gaan bijna steeds bladluizen), waaraan 't virus zich in sterkere mate heeft aangepast, zodat er 'n nauwere biologiese verhouding is ontstaan.

Er zijn nog 'n aantal virusziekten, waarvan alleen bekend is, dat ze door een of ander insekt worden overgebracht en wel in de regel door bladluizen. In deze gevallen is dus niet alleen de mogelikheid van 'n specifieke verhouding tussen virus en insekt buiten beschouwing gelaten, maar heeft men ook niet onderzocht of meerdere insekten als verspreiders in aanmerking kwamen.

De voornaamste van deze ziekten zijn:

Mozaiek van suikerbiet overgebracht door *Myzus persicae* volgens ROBBINS (95), door *Aphis fabae* volgens BÖNIG (18)

Mozaiek van mosterd, knolraap en andere cruciferen door *M.persicae,* SCHULTZ (97);

mozaiek van sla eveneens door *M.persicae,* JAGGER (54);

aardbeien „yellows" door *Myzus fragaefolii,* PLAKIDAS (85);

klavermozaiek door *Macrosiphum pisi,* DICKSON (35);

bonemozaiek door *Macrosiphum solanifolii,* NELSON (73);

„cowpea"mozaiek door „bean leafbeetle", C. E. SMITH (106);

ertemozaiek door *Macrosiphum pisi,* DOOLITTLE en JONES (39);

„rosette disease" van aardnoten door *Aphis leguminosae,* STOREY en BOTTOMLEY (115);

mozaiek van tomaat door de aardvlo *Epithrix cucumeris,* DICKSON (36) en door *Pseudococcus citri* volgens OLITSKY (75), welke met 'tzelfde insekt ook tabaksmozaiek overbracht;

„stunt disease" (mozaiek) van rijst door de cicade *Nephotettix apicalis* volgens TAKAMI (118);

„bunchy top" van bananen door de bladluis *Pentalonia nigronervosa,* GODDARD (44);

„bunchy top" van „Manilla hemp" *(Musa textilis)* eveneens door *P. nigronervosa,* OGFEMIA (74).

VIRUSZIEKTEN, DIE MEN NIET DOOR INSEKTEN HEEFT KUNNEN OVERBRENGEN.

Hiertoe behoren o. a.: „little peach", „peach yellows" en „rosette disease" bestudeerd door BLAKE en m.w. (15) en McCLINTOCK (65), „Sandal spike" door COLEMAN (32) en „rosette disease" of mozaiek van rogge en tarwe, McKINNEY (67).

Wellicht ook de phloëemnecrose van koffie, STAHEL (111), „reversion" van zwarte bes, MASSEE (63), serehziekte van 't suikerriet, quercina (infectious graft) van *Datura*, BLAKESLEE(16).

Ten opzichte van de „rosette disease" van granen dient nog opgemerkt te worden, dat deze ziekte wel door de grond overgaat en ook in de grond overblijft. Het is echter niet bekend of daarbij de bodemfauna 'n rol speelt.

Tot deze groep dienen ook gerekend te worden de infektieuse chlorosen bestudeerd door BAUR (13), zoals het besmettelik bont van *Abutilon, Ligustrum, Laburnum* e. a.

Enkele Amerikaanse onderzoekers zien overeenkomst tussen virusziekten en sommige typiese beschadigingen door zuigende insekten veroorzaakt, zoals stigmonose van violieren bestudeerd door WOODS (127), „hopperburn" op aardappel veroorzaakt door de cicade *Empoasca mali*, KOTILA (57) e. a., en een dergelike beschadiging door dezelfde cicade aan appelbladeren, GRANOVSKY (49).

Deze „ziekten" zijn echter in hun ontstaan niet beperkt tot insekten, welke reeds eerder op 'n beschadigd blad gezogen hebben, maar worden, zover de gegevens strekken, te weeg gebracht door ieder insekt van de betreffende soort, ongeacht de herkomst. De beschadiging is danook steeds plaatselik, verbreidt zich niet vanuit 't blad, waarop gezogen is, terwijl het ontstaan niet beperkt schijnt te zijn tot nog onvolgroeide plantedelen. Men zou deze reakties van de plant op het zuigen van insekten eerder kunnen vergelijken met de verhoudingen, welke bestaan bij de galvorming.

SAMENVATTING.

Uit de tot nog toe door verschillende onderzoekers gevonden feiten dient, wat de praktiese kant betreft, allereerst de konklusie getrokken te worden, dat men voor iedere ziekte van 't virustype

weer opnieuw de verhoudingen moet bestuderen, niet slechts bij ziekten van verschillende gewassen, maar ook bij meerdere ziekten van één gewas, zoals o. a. blijkt bij „curly top" en mozaiek van suikerbiet, mozaiek en streak van suikerriet en mais. Het is danook 'n principiële fout om zooals K. M. SMITH (108) doet bij de opzet van z'n onderzoekingen omtrent de betekenis van verschillende zuigende insekten voor de virusziekten van de aardappel, uit te gaan van de veronderstelling, dat deze ziekten wel mechanies verspreid zullen worden.

Wat de teoretiese zijde van 't vraagstuk aangaat, springt het meest naar voren het feit, dat in de onderscheiden gevallen 't virus zeer verschillend aan het insekt is aangepast. Daarnaast valt op te merken, dat in de best bestudeerde gevallen die aanpassing zich schijnt te beperken tot één of weinig insekten. Daardoor wordt wel haast onweerstaanbaar de konklusie opgedrongen, dat de verschillende virussoorten levende organismen moeten zijn, die in ieder afzonderlik geval op 'n zeer eigen wijze aan plant en insekt zijn aangepast.

OVERZICHT VAN 'TGEEN BEKEND IS OVER DE VERHOUDING VAN INSEKTEN TOT DE VERSPREIDING VAN VIRUSZIEKTEN BIJ DE AARDAPPEL.

Eerst betrekkelik lang nadat men de virusziekten van de aardappel, in 't biezonder bladrol, in studie had genomen en men met verschillende andere teorieën de verspreiding niet afdoende had kunnen verklaren (zie hierover o. a. dissertatie OORTWIJN BOTJES (77)), hebben SCHULTZ e. m. (98) voor mozaiek en OORTWIJN BOTJES voor bladrol de verspreiding door bladluizen aangetoond. In Amerika gelukte dit met *Myzus persicae* en *Macrosiphum solanifolii,* in ons land met *M.persicae.* (Tegelijker tijd slaagden ook mozaiekinfekties met *M.persicae* uitgevoerd door QUANJER, zie diss. OORTWIJN BOTJES (77, blz. 68 en 69.)

In 'n aantal volgende publicaties hebben SCHULTZ en FOLSOM voor de door hen beschreven virusziekten verspreiding door bladluizen aangetoond (99, 100, 101, 102). Proeven met de Coloradokever, *Leptinotarsa decimlineata,* en met de komkommeraardvlo, *Epithrix cucumeris,* mislukten. In de laatste publikatie meenden ze 'n geval van ongekontroleerd optreden van mozaiek te moeten toeschrijven aan de aanwezigheid van thrips, maar in dit geval was ook de motluis *Asterochiton vaporariorum* aanwezig. Wel wijzen ze er op, dat ook WHETZEL (123) meent, dat thrips mozaiek van Eucharis-lelies kan verspreiden, maar deze heeft daar even weinig bewijzen voor als zij zelf. In hetzelfde artikel tonen SCHULTZ en FOLSOM aan, dat *Aphis abbreviata* PATCH tenminste mozaiek kan overbrengen. OORTWIJN BOTJES verkreeg bij z'n proeven met wantsen wel bladrol, maar de uitkomsten waren niet betrouwbaar, doordat ook luizen aanwezig geweest waren.

In 1922 toonde ATANASOFF (7) aan, dat streak (stippel streep) door bladluizen *(M.persicae)* wordt overgebracht. Dit lukte hem voorlopig alleen door luizen van spruiten van zieke knollen op die van gezonde over te brengen; bij oudere planten slaagde hij daarin niet. MURPHY (70) bracht op dezelfde manier bladrol over.

In 1923 publiceerde MURPHY (70) 'n proef met vier planten, waarop respektievelik wantsen, twee soorten van cicaden en aardvlooien gebracht waren, alle afkomstig van bladrolzieke planten. Alle vier planten werden ziek; ook de kontrolle plant afkomstig van dezelfde knol als die, waarop aardvlooien waren gebracht, had in de nateelt bladrol, zodat deze plant werd uitgeschakeld. Het resultaat van de drie overblijvende planten kan echter niet voldoende betrouwbaar geacht worden, aangezien deze planten, nadat de insekten er op gebracht waren, niet meer op afwezigheid van bladluizen gekontroleerd zijn. Uit 't werk van SCHULTZ en FOLSOM en ook uit de later te behandelen onderzoekingen blijkt de kans op infektie met andere insekten dan bladluizen zo gering, dat 100 % sukses bij 'n dergelik klein aantal planten wel in sterke mate medewerking van bladluizen doet vermoeden. MURPHY (71 blz. 3) betoogt nog de waarschijnlikheid, dat allerlei insekten de virusziekten van aardappel mechanies kunnen overbrengen, op grond van het feit, dat SCHULTZ en FOLSOM erin geslaagd zijn enkele ziekten kunstmatig met sap over te brengen. Ook dit is minder juist, daar b.v. malaria, waar de parasiet zeer sterk aan de mug is aangepast, toch de ziekte kunstmatig met 't bloed van mens op mens is over te brengen. In 1926 publiceert hij nog één gelukte infektie met bladrol en de wants *Calocoris bipunctatus* (62).

Ten slotte dient 'n onderzoek van Kenneth SMITH vermeld te worden over de verspreiding van mozaiek (109). Hij deed z'n proeven met de bladluizen *Myzus persicae*, *Macrosiphum gei* (*solanifolii*) en *Myzus circumflexus*, de motluis *Asterochiton vaporariorum*, de cicaden *Eupteryx auratus* en *Zygina pallifrons* en de wantsen *Lygus pabulinus* en *Calocoris bipunctatus*. De proeven waren in 1922 aangevangen, mislukten de eerste jaren steeds. In 1925 werden met de eerste 4 genoemde insekten 2 planten geïnfekteerd, met de overige telkens 1 plant. Van de planten behandeld met *M.circumflexus* waren ook de kontrolle ziek, van de andere waren, die behandeld met *M.persicae*, geheel ziek, met *M.gei* grotendeels, met *A.vaporariorum* 1 plant gedeeltelik ziek, de andere gezond; van de beide planten, waarop cicaden waren gebracht, was telkens 1 knol ziek, terwijl de wantsen geen ziekte hadden overgebracht.

SMITH ziet de oorzaak van de door hem gevonden verschillen in infekterend vermogen bepaald door de reeds eerder onder-

zochte kans op het aanboren van 't phloëem bij 't zuigen (108), zich daarbij baserend op 'n zuiver mechanies overbrengen van 't virus door alle insekten. Het is duidelik, dat dit laatste bewezen dient te worden. Infekties met bladluizen op spruitende knollen mislukten.

Dat insekten en vooral bladluizen 'n belangrijke rol spelen bij de verspreiding van bladrol en andere virusziekten van de aardappel, bleek eveneens uit de veldwaarnemingen, speciaal bij de z.g. afstandsproeven, waarvan de resultaten beschreven zijn door QUANJER (88 en 90) en QUANJER en ELZE (91). Uit deze proeven bleek bij vergelijking tussen het aantal insekten en de uitbreiding der ziekten in dit opzicht in 't biezonder 'n verband te bestaan met de talrijkheid van de bladluizen.

ENTOMOLOGIES ONDERZOEK.

INLEIDING

Van de voornaamste insekten, welke op aardappel voorkomen, zijn de systhematiese en biologiese biezonderheden slechts in zoverre behandeld als deze voor dit onderzoek van belang waren.

Uit 't literatuuroverzicht, speciaal dat over de virusziekten van de aardappel, blijkt dat vooral bladluizen van betekenis zijn, waarom hieraan de meeste aandacht is besteed. Van de andere *Rhynchoten* (Halfvleugeligen) spelen bij de overbrenging van meerdere virusziekten cicaden 'n rol, terwijl wantsen slechts van geringe betekenis schijnen te zijn.

Bij de bladluizen volg ik de indeling in geslachten van THEOBALD (121), gepubliceerd in „The Plantlice or Aphididae of Great Britain" deel I, 1926, blz. 31 e. v. THEOBALD heeft daarin met geringe wijzigingen 't systheem van BAKER (11) overgenomen. 'n Voordeel van dit systheem is dat 't betrekkelik weinig geslachten aanneemt. THEOBALD heeft danook vele van de in de laatste jaren gevormde geslachten (b.v. door MORDWILKO, del GUERCIO, van der GOOT e. a.) laten vervallen. Hiertegenover staat, dat de kleinere geslachten bij b.v. v. d. GOOT (46) soms in meerdere mate eenheden vormen; zo zijn de soorten *Myzoides persicae* en *M.cerasi* verenigd in 'n groep, welke reeds op 't eerste gezicht gemakkelik van andere te onderscheiden is, terwijl THEOBALD nu in 't geslacht *Myzus* naast de twee bovengenoemde soorten 'n aantal andere heeft ondergebracht, die vroeger algemeen tot 't geslacht *Macrosiphum* werden gerekend, b.v. *M.circumflexum* en *M.pseudosolani*. Hierdoor wordt ook de begrenzing van laatst genoemd geslacht minder scherp.

Behoudens een enkele uitzondering zijn hier slechts die insekten behandeld, welke vrij algemeen op aardappel gevonden worden.

BLADLUIZEN *(Aphididae); Myzus persicae* SULZ.

Deze is het talrijkst en het meest algemeen verspreid op aardappel; is bekend als de groene perzikluis, in Amerika vooral als „spinach aphid".

Deze luis is dioecies, in de herfst vindt men de geslachtelike vormen op perzik, waar ook de eieren gelegd worden. THEOBALD (121) noemt behalve perzik nog: *Daphne, Brassica* en enkele

Prunus-soorten. Ook v. d. GOOT (46) heeft op deze laatste geslachtelike vormen gezien, maar schijnt evenmin als ikzelf in 't voorjaar de fundatrices gevonden te hebben. Toch lijkt 't zeer waarschijnlik, dat deze luis in staat is op andere *Prunus*-sp. dan perzik te overwinteren en voorjaarsgeneraties te vormen, daar niet alleen *M.persicae* zeer polyphaag is, maar ook gemakkelik tot eierenleggen overgaat. Zo heb ik, door in 't najaar het migreren te beletten, op aardappelplanten ovipare wijfjes en eieren verkregen, iets wat bv. met *Aphis rhamni* en *A.fabae* niet lukt. In Engeland heeft men meermalen eieren op aardappelknollen gevonden.

In 't voorjaar verschijnen de ongevleugelde fundatrices, welke evenals de volgende zomergeneraties vivipaar zijn en zich ongeslachtelik voortplanten. In ons land schijnen echter weinig eieren de winter door te komen behalve op kasperzikken, die in 't voorjaar soms dicht met luizen zijn bezet. Na 1—3 generaties verschijnen gevleugelde migranten, welke naar tal van kruidachtige planten vliegen. Op deze zomervoedsterplanten verschijnen nu 'n wisselend aantal gevleugelde en ongevleugelde generaties, tot in 't najaar gevleugelde mannetjes en de sexuparen naar de perzik terugkeren; de laatste brengen daar de ovipare, geslachtelike wijfjes voort.

In kassen komt 'n luis voor bekend als *Rhopalosiphum dianthi* BUCKT., die zeer veel overeenkomst vertoont met *M.persicae* en waarvan alleen de ongeslachtelike, vivipare vorm bekend is. Meestal beschouwd men *R.dianthi* als synoniem met *M.persicae*, 'tgeen nog eens in 'n uitvoerige studie door HORSFALL (51) bevestigd is. Hoewel ik hierover geen biezondere studie gemaakt heb, is me nooit 'n morphologies verschil opgevallen, ook leek er geen onderscheid te bestaan in keuze van voedsterplant, terwijl zowel de „perzikstam" als de „kasstam" in 't najaar op perzik was over te brengen of in 'n warme kas ongeslachtelik voort te kweken. Toch is het niet uitgesloten, dat *M.persicae* 'n verzamelnaam is voor 'n aantal erfelik gefixeerde rassen, die perzik als gemeenschappelike wintervoedsterplant hebben of wel ieder één van de door THEOBALD opgesomde planten. THEOBALD geeft 'n aantal morphologiese variëteiten, op verschillende voedsterplanten gevonden. Hij schijnt echter niet nagegaan te hebben of deze verschillen erfelik waren dan wel modificaties afhankelik van de verkozen voedsterplant.

In de tropen komt *M.persicae*, evenals hier in de kassen, uitsluitend in de ongeslachtelike vorm voor; is daar vooral bekend als tabaksluis.

De migranten, welke in de voorzomer de perzik verlaten en de vermoedelik veel talrijker gevleugelde, die omstreeks dezelfde tijd in de kassen optreden, kan men vanaf half Junie tot begin Julie, soms eerst midden Julie, op de aardappel vinden, waar ze nieuwe kolonies stichten. De eerste generatie in deze kolonies is, zover ik heb kunnen nagaan, steeds ongevleugeld; eerst later, in Augustus, verschijnen generaties, welke uit 'n mengsel van gevleugelde en ongevleugelde bestaan. Ook anderen o. a. DAVIDSON (33) hebben opgemerkt, dat gevleugelde bladluizen in 't algemeen ongevleugelde jongen krijgen, terwijl ongevleugelde beide vormen naast elkaar kunnen voortbrengen.

De migranten in Junie—Julie vormen, tenminste bij deze soort, nooit grote kolonies; nadat ze een of enkele, zelden meer dan vijf jongen hebben voortgebracht, verlaten ze de plant weer, hoogst waarschijnlik om op 'n reeks van volgende planten 'tzelfde te herhalen. In 1926 heb ik begin Julie dit verschijnsel gekontroleerd door enige dagen achtereen planten, waarop gevleugelde exemplaren voorkwamen, te merken en met datum te noteren: in de grote meerderheid der gevallen was de luis binnen 3 dagen verdwenen. Het gevolg hiervan is, dat men, omstreeks midden Julie door 'n aardappelveld gaand, slechts weinig luizen konstateert, maar bij nauwkeurige beschouwing vindt men op 'n hoog persentage der planten enige ongevleugelde luizen, meest nog larven en slechts op betrekkelik weinig planten gevleugelde. Aan dit verschijnsel moet het worden toegeschreven, dat velen o. a. MURPHY (70) de betekenis van bladluizen als verspreiders van virusziekten onderschat hebben. Dat echter 'n dergelik zwervend leven van de migranten van grote betekenis voor die verspreiding kan zijn zonder in dierekt verband te staan met het numeriek aantal, is duidelik. De juiste waarde zal later (blz. 49) besproken worden, evenals de rol, welke in sommige jaren 't massaal optreden der luizen in Augustus t. o. v. die verspreiding speelt (blz. 56).

Zoals reeds eerder beschreven is, overwintert *M.persicae* als ei op perzik of als luis in kassen, waar de voortplanting blijft doorgaan. Toch dringt zich de vraag op (en dit geldt ook voor

andere bladluissoorten) of zich nog 'n derde wijze van overwinteren voordoet, nl. als aktief insekt in de vrije natuur, zij het dan bij lage temperaturen in 'n toestand van verdoving. Deze vraag dient daarom gesteld te worden, omdat in sommige landbouwstreken weinig of geen perziken aanwezig zijn en ook vrijwel geen kassen. BÖRNER (20) meent, dat in dergelijke gevallen gevleugelde bladluizen met de wind mee over grote afstanden aangevoerd kunnen worden, maar ik wil hier toch ook wijzen op 'n waarneming van THOMPSON (122), die bij 'n studie over 't dierenleven in de grond van bouw- en grasland in de wintermaanden in de zode van 'n weiland enkele levende larven van niet nader gedetermineerde bladluissoorten vond, waaronder ook 'n *Myzus*-sp. In ieder geval heb ik kunnen waarnemen, dat onder gunstige omstandigheden deze soort op overblijvende onkruiden korte vorstperioden kan doormaken, zoals o. a. voorkwam in de laatste decade van Desember 1926.

Myzus persicae komt over 't gehele land voor, is echter in de Noordelike kleistreken en in 't Noord-Westen belangrijk minder talrijk dan in 't overige deel van ons land. Terwijl men in Julie in 't Oosten van ons land (ook in 't Zuiden, speciaal in Z. Limburg zijn de bladluizen talrijk) vaak op bijna iedere plant enkele bladluizen aantreft, kost het dan in Noordelik Groningen en in N. Holland dikwels moeite luizen te vinden. Dat dit verschil niet door de grondsoort bepaald wordt, blijkt uit 't volkomen gelijk gedrag der bladluizen op de zand- en kleigronden rond Wageningen en in Z. Limburg. Men moet hier danook meer aan klimatologiese invloeden denken, in 't biezonder aan invloed van de nabijheid der zee (meer wind of koeler?), KOESLAG (56) en QUANJER (87). Deze invloed is danook langs de gehele Westkust meer of minder sterk merkbaar, behalve daar waar 'n speciale beschutting bestaat, zoals in de proeftuin in 't Westland gebleken is, zie verslag over afstandsproeven door QUANJER en ELZE (91). Merkwaardig is, dat in Groningen de invloed van de zee bijna plotseling verdwijnt op de grens van het veenkoloniale gebied. In Oostwold, ongeveer op die grens gelegen, is 't aantal bladluizen en daarmee de verspreiding van virusziekten uiterst gering; in de eigenlike veenkolonies kunnen daarentegen de bladluizen zeer talrijk zijn, in verband hiermee is de achteruitgang in gezondheidstoestand van de aardappels daar sterk. Wat hiervan de

oorzaak kan zijn, is niet recht duidelik. Mogelik bestaat er werkelik 'n belangrijk klimatologies verschil, waardoor de luizen 'tzij zich vroeger en sterker vermeerderen, 'tzij gemakkeliker overwinteren, of wel moet men denken aan 'n invloed van de zeer zware bemestingen, die in 't algemeen in de veenkolonies gegeven worden, waardoor o. a. 't groeiproces van de planten verlengd kan zijn en daarmee de kans op infektie van de knollen.

Ook in Denemarken blijkt volgens GRAM (48) de verhouding van de verspreiding van bladrol t. o. v. 't klimaat gelijk te zijn aan die in Nederland, t. o. v. de grondsoort juist omgekeerd in zo verre de kleigronden op de eilanden gunstig zijn voor de verspreiding, de zand- en veengronden in 't Noorden (Jutland) echter ongunstig.

De invloed van 't klimaat geldt niet alleen voor verschillen in breedtegraad, maar ook voor verschillen in hoogteligging, zoals gebleken is bij 'n afstandsproef genomen in 't jaar 1925 in samenwerking met Dr. BLATTNÝ uit Praag. Op dezelfde manier als reeds eerder beschreven is door QUANJER (88) werden van twee maal 100 gezonde knollen van de soort Industrie vierde parten uitgepoot te Wageningen, Oostwold, in 'n beschutte, bosrijke omgeving in Bohemen en in 'n minder beschut, hoger gelegen deel van 't Moravies heuvelland. Bij de eerste serie van 100 knollen waren 4 bladrolzieke Paul-Kruger-, bij de tweede serie 4 krinkelzieke Bravoknollen als ziektemaker.

TABEL I.

INVLOED VAN DE STREEK OP DE GEZONDHEIDSTOESTAND VAN DE NATEELT.

Infektiebron: Bladrol.

Streek.	Gezond.	Bladrol.	Niet opgekomen.
Oostwold.	95	1	4
Wageningen.	93	3	4
Moravies heuvelland . . .	81	5	14
Bohemen.	70	23	7

Infektiebron: Krinkel.

Streek.	Gez.	Krink.	Moz.	Bladr.	Niet opgek.
Oostwold	98	—	—	—	2
Wageningen	98	—	—	—	2
Moravies heuvelland	93	3	—	—	4
Bohemen	73	1	10	16	—

Zoals uit tabel I blijkt was de achteruitgang in Bohemen 't sterkst, in Moravië was deze belangrijk minder, evenals in Wageningen en Oostwold. In deze laatste plaats waren in 1925 zeer weinig bladluizen, overigens in hoofdzaak cicaden, hoewel niet talrijk, en enkele aardvlooien. In Wageningen was de toestand ongeveer 'tzelfde, wellicht alle insekten iets talrijker, ook waren er wantsen. In Tsjecho-Slowakije overheersten in 't Moravies heuvelland eveneens de cicaden, eerst einde Augustus werden de bladluizen iets talrijker; in de voorzomer waren de cicaden in groter getale aanwezig dan in Wageningen of Oostwold, ruim 3 cicaden per plant tegen ongeveer 1 op de Nederlandse veldjes. In Bohemen daarentegen overheersten reeds half Julie de bladluizen, vooral *M.persicae*: op 4 planten, zo regelmatig mogelik over 't veld verspreid, waren er toen per plant gemiddeld 20 luizen van deze soort, van andere soorten 2 en 3 cicaden; ook waren er hier meer verschillende insektesoorten.

De mozaiek in 't krinkelperseel in Bohemen is wellicht 'n zwakke vorm van krinkel, het grote aantal bladrolplanten in dit perseel wijst echter op infektie vanuit naburige velden. 't Gering aantal bladluizen in Wageningen gevonden moet toegeschreven worden aan de zeer geïsoleerde ligging tussen gerst aan 3 zijden en weiden aan de Westkant.

Van 'n dergelike proef met Schotse Muis lagen de veldjes in Wageningen, Tuitje Horn bij Alkmaar en in 2 verschillende centra van vroege aardappelteelt in Bohemen, waarvan één meer beschut in 'n dal. Ook bij deze proef waren er op de Nederlandse veldjes weinig insekten, in verband daarmee was de verspreiding van ziekten gering. In Bohemen waren insekten zeer talrijk, ook hier overheersten de bladluizen in sterke mate, in beide veldjes waren danook veel planten ziek geworden.

Duidelik blijkt dus uit deze proeven de afhankelikheid van de verspreiding van virusziekten van de aanwezigheid van bladluizen, vooral *M.persicae* en de invloed van 't klimaat op de vermeerdering van de bladluizen, terwijl cicaden e. d. daardoor minder beheerst worden.

Myzus pseudosolani THEOB.

Deze vrij veelvuldig voorkomende bladluis is ook wel beschreven als *Macrosiphum* (*Myzus*) *solani*, o. a. door GAUMONT (43). Vermoedelik zijn echter onder deze namen verschillende

soorten beschreven, zo heeft de door GAUMONT vermelde *Macr. solani* als hoofdwaardplant (waarop de geslachtelike vormen te vinden zijn) kwee, terwijl van de door THEOBALD (120) nieuw beschreven *Myzus pseudosolani* geen geslachtelike vormen bekend zijn. Ook ik heb deze nooit waargenomen, hoewel ik enige jaren achtereen in de herfstmaanden de gevleugelde, die op afstervende aardappelplanten verschenen, op kwee heb overgebracht. Wel is de luis in staat op deze plant te leven, zij het enigszins kommerlik, maar de voortplanting geschiedt dan steeds ongeslachtelik. Zo is het mij gelukt luizen gedurende de winter 1924—25 in leven te houden. De plant stond onder 'n insektekap in 'n koude kas, was dus tegen regen en wind beschut, de minimum temperatuur kwam vrijwel overeen met die van de buitenlucht, daalde in de periode van 26 Nov.—8 Des., 14—17 Des. en 11—22 Jan. beneden 0° C. met minima van -10 tot -15° C. De maximum temperatuur daarentegen liep bij zonnig weer (ook bij zonnig, vriezend weer) vrij sterk op boven de buitentemp., zodat de temperatuurschommelingen groter waren dan normaal. Daar *M.pseudosolani* onder deze omstandigheden in leven bleef, is het waarschijnlik, dat deze luis als zodanig in staat is te overwinteren.

Ook deze luis is 's winters vrij geregeld in warme kassen te vinden op zeer verschillende planten, in 't biezonder op *Vinca major*. In de vrije natuur schijnt 't insekt voornl. op aardappel te leven; op zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en andere Solanaceae heb ik 't eveneens gevonden. Op aardappel veroorzaakt *M.pseudesolani* 'n onregelmatig krullen der jonge blaadjes, naar 't schijnt, doordat op de aangestoken plaats de verdere groei belemmerd wordt; dit gaat niet gepaard met necrose. Evenals de voorgaande komt deze luis in 't gehele land voor, maar is over 't algemeen minder talrijk. Wat de ontwikkelingsmogelikheden in 't Noorden en Noord-Westen betreft, geldt hier 'tzelfde als voor *M.persicae*.

Macrosiphum solanifolii ASHM.

Deze luis is volgens THEOBALD (121) synoniem met *M.gei* KOCH en *M.ulmariae* SCHRK. In N.Amerika is *M.solanifolii* zeer talrijk, is daar bekend als „potato aphid" en kan zich soms zo sterk vermeerderen, dat reeds de dierekte schade door voedselonttrekking belangrijk is. In Engeland schijnt de luis eveneens vrij veelvuldig voor te komen, is echter in ons land, althans op aardappel, betrekkelik zeldzaam. Ook deze luis is zeer polyfaag, wat wel 'n alge-

mene eigenschap van de op aardappel levende bladluissoorten schijnt te zijn. Volgens Edith PATCH (81) worden de eieren bij voorkeur op rozen gelegd, vooral op *Rosa rugosa;* cok THEOBALD (121) vond deze luis menigmaal op rozen, mij is dit niet gelukt, geslachtelike vormen heb ik trouwens in 't geheel niet waargenomen.

Waarschijnlik omvat *M.solanifolii* evenals de beide voorgaande *Myzus*-sp. 'n aantal konstante rassen, vandaar dat 't mij niet noodzakelik voorkomt de gebruikelike soortnaam door *M.gei* te vervangen, zolang niet door biologiese proeven de identiteit is vastgesteld, hetgeen zover ik kon nagaan, niet door THEOBALD is gedaan. In Amerika komt naast de groene nog 'n rode variëteit voor, ik heb deze hier nooit gevonden.

M.solanifolii komt vrij geregeld rond Wageningen voor, ik kreeg de soort ook uit Groningen (Veenkolonies) en uit Zeeland, vermoedelik is dit insekt over 't gehele land verspreid.

Aphis rhamni BOYER DE FONSC.

Behoorden de drie reeds behandelde bladluizen tot de groep der *Macrosiphina,* de beide volgende zijn van 'n ander type en wel van 't geslacht *Aphis* uit de groep der *Aphidina.*

De talrijkste van de twee is 'n tamelik kleine luis, waarvan de ongevleugelde geelgroen tot grasgroen, soms botergeel gekleurd zijn, terwijl de gevleugelde 'n zwarte thorax met grasgroen abdomen bezitten. Deze luis was door mij voor 't eerst in 1922 op aardappel gevonden en wel uitsluitend in de Oostelike en Zuid-Oostelike zandstreken. 'n Aantal ongevleugelde en gevleugelde exemplaren opgezonden aan MR. THEOBALD [1]) werden door hem gedetermineerd als *Aphis solanina* PASS., in 1922 door hem opnieuw beschreven (110). Inmiddels had ikzelf deze luis volgens de beschrijvingen van v. d. GOOT (46) teruggebracht tot *Aphis polygoni* v. d. G. of *A.rhamni* BOYER DE FONSC. Van de eerste worden alleen de zomergeneraties (exulae) beschreven, van de laatste de najaarsvormen (gevleugelde sexuparae, ♂♂ en geslachtelike ♀♀) en voorjaarsgeneraties (fundatrices, 2e ongevleugelde, vivipare generatie en de migrantén). In 1923 en 1924 heb ik daarom op *Polygonum*-sp. en *Rhamnus* naar deze blad-

[1]) Voor de bereidwilligheid waarmee MR. THEOBALD m'n soortbepalingen van deze en andere Aphididae heeft willen kontroleren, zij hem hier dank gebracht.

luizen gezocht, aanvankelik alleen op *R.frangula* (vuilboom), 'n struik, die algemeen in de zandstreken tussen het eikenhakhout voorkomt. Ik slaagde er echter niet in 'n dergelike luis te vinden, tot ik in 1924 in 't arboretum van de Landbouw-Hogeschool op *Rhamnus cathartica* (wegedoorn) talrijke groene bladluizen vond, welke veel overeenkomst vertoonden met *Aphis solanina*. Ik bracht daarvan migranten over op aardappelplanten, hetgeen zeer goed gelukte. De daaruit voortkomende gevleugelde en ongevleugelde exulae waren volkomen gelijk aan de in 't wild gevonden *A.solanina*. In 1925 gelukte het me van *A.solanina*, van aardappel afkomstig, sexuparae en ♂♂ over te brengen op wegedoorn, waar weldra ovipare ♀♀ verschenen, die na met de ♂♂ gepaard te hebben, eieren legden. Zodat ik de identiteit van *A.solanina* PASS. met *A.rhamni* BOYER DE FONSC. bewezen heb, waarvan de eerste naam, als zijnde de jongste, tot 'n synoniem moet worden verklaard. Indien tenminste de opvatting van THEOBALD juist is, dat de zomergeneratie van *A.rhamni* op aardappel identiek is met de door PASSERINI beschreven *A.solanina*.

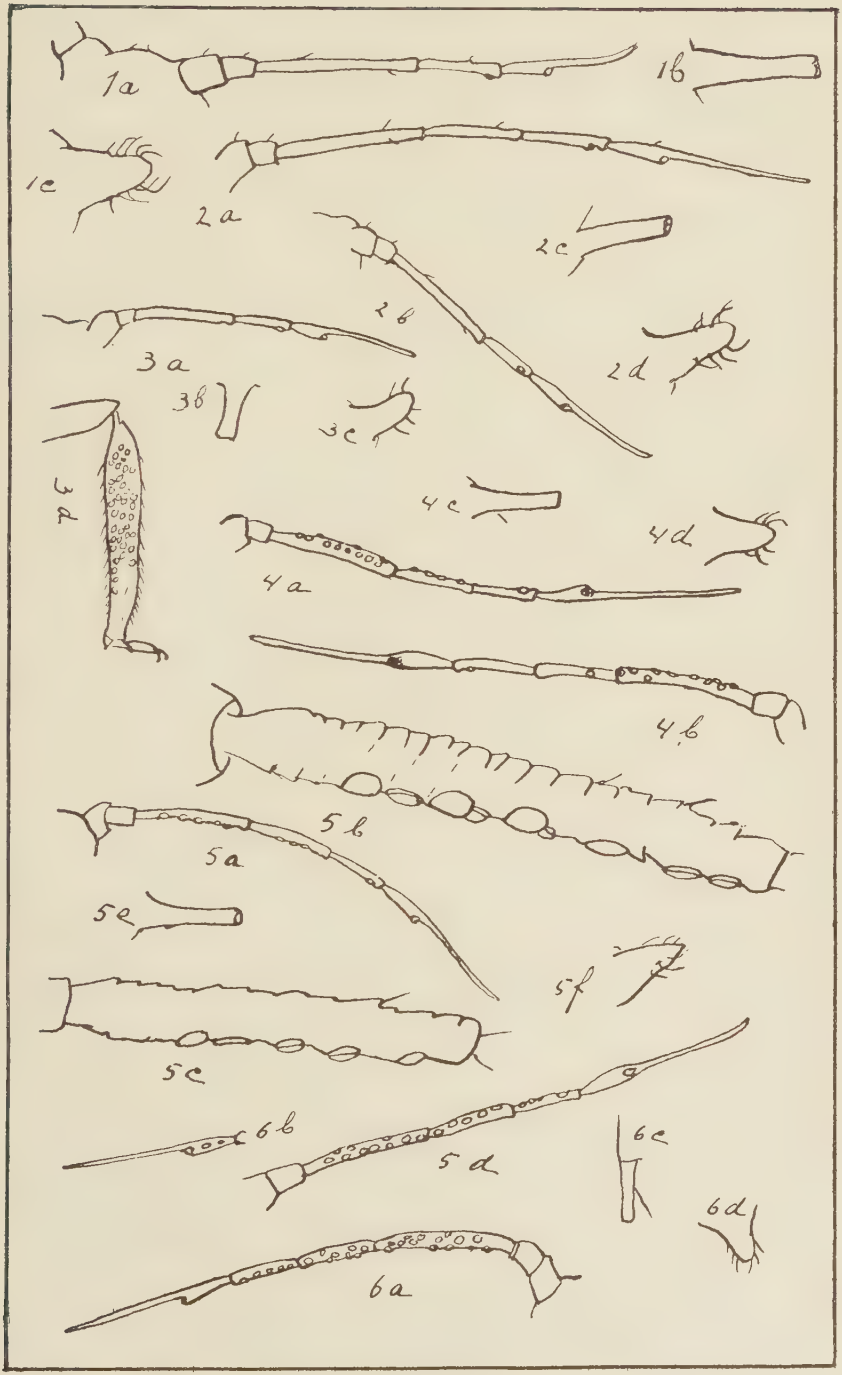
De volledige beschrijving luidt nu (fig. 1—6).

Fundatrices: lichaam groen, evenals de siphunculi en cauda; poten, sprieten en zuigsnuit bijna kleurloos met donkere uiteinden, soms ook de siphunculi aan de top iets donkerder. Sprieten zeer kort, ongeveer ⅓ van lichaamslengte, 5 sprietleden, lengteverhouding laatste 3 leden 22 : 11 : (7 + 12); siphunculi cilindries, kort, weinig langer dan de cauda. (fig. 1 a—c)

Ongevleugelde, vivipare wijfjes: op Rhamnus groen, op aardappel meest geel, soms groen; overigens kleurverdeling als bij de fundatrices. Poten en sprieten krachtiger ontwikkeld dan bij de fundatrices. Sprieten meest 6-ledig, soms 5-ledig, lengte verhouding laatste leden gemiddeld 19 : 13 : 11 : (8 + 19) of 21 : 9 : (7 + 13) (fig. 2 a—d). De individuen, welke in 't najaar de mannelike nymfen voortbrengen zijn donkerder door het doorschijnen van de donkere nymfen.

Ovipare wijfjes in hoofdzaak als de voorgaande, meest kleiner, sprieten 5-ledig, lengteverhouding 13 : 7 : (5 + 12) zoals gewoonlik zijn de tibia sterk verdikt en bezet met talrijke sensoriën (fig. 3 a—d).

Gevleugelde, vivipare wijfjes: kop en thorax zwart, abdomen groen met enige donkere vlekken op zij; sprieten, poten en zuigsnuit ongekleurd, maar met meer zwart op de


1a
1b
1c
2a
2c
2b
2d
3a
3b
3c
3d
4c
4d
4a
4b
5b
5a
5e
5f
5c
6b
5d
6c
6d
6a

geledingen en uiteinden dan de ongevleugelde vormen. Siphunculus groen-zwart, vooral aan 't uiteinde donker evenals de cauda. Sprieten 6-ledig, lengteverhouding gemiddeld 20 : 12 : 11 : (8 + 18), sterk variërend. Bij de zomergeneraties (fig. 4 a—d) op 't 3e sprietlid gemiddeld 10 sekundaire rhinariën, op 't 4e 1—5, bij de voor- en najaars migranten (fig. 5 a—f, 5b en c: 3e en 4e lid van 5a sterker vergroot) vaak ook enkele sekundaire rhinariën op 't 5e lid.

Gevleugelde mannetjes: kleur als bij de gevleugelde wijfjes, nog iets donkerder; de nymfen zijn olijfgroen. Sprieten 6-ledig, lengteverhouding 19 : 11 : 9 : (7 + 18), aantal sekundaire rhinariën in dezelfde volgorde gemiddeld 18, 12, 6 en 0—2 (fig. 6 a—d).

Ongeveer tegelijker tijd vond Edith PATCH (82) in Amerika op aardappel 'n *Aphis*-soort, door haar beschreven als *A.abbreviata* en waarvan ze weldra konstateerde, dat de primaire voedsterplant *Rhamnus cathartica* (Buckthorn) was (83). Uit de beschrijving, welke ze van *A.abbreviata* geeft (84, blz. 43 e. v.), blijkt duidelik, dat deze luis geheel gelijk is aan *A.rhamni* BOYER DE F., zodat de door haar ingevoerde naam eveneens als 'n synoniem moet worden beschouwd. Miss PATCH veronderstelt reeds de mogelikheid, dat *A.abbreviata* identiek zou zijn met *A.frangulae* (KALT) KOCH (syn. *A.rhamni* KALT.), 'n luis, welke in Europa, ook in ons land, voorkomt op *Rhamnus frangula* en waarvan de zomervoedsterplant nog niet bekend is. Deze luis vertoont echter duidelike verschillen met de hier beschreven, o. a. zwarte syphunculi en moet derhalve als 'n zelfstandige soort beschouwd worden. (In 't arboretum der Landbouw Hogeschool, waar verschillende *Rhamnus*-sp. naast elkaar staan, komt *A.frangulae* alleen op *R.frangula* voor, terwijl *A.rhamni* op *R.cathartica* en enkele uitheemse *Rhamnus*soorten te vinden is maar niet op *R.frangula*.)

't Blijkt dus, dat *A.rhamni* evenals de andere aardappelluizen tot de kosmopolieten behoort, eveneens is deze luis zeer polyfaag, Edith PATCH noemt tal van planten, waarop de exulae gevonden zijn in Amerika, in Europa zou dit insekt ook op *Polygonum*-sp. voorkomen volgens BÖRNER (21) en v. d. GOOT; ik heb hierover niet veel waarnemingen kunnen doen, maar wel gekonstateerd, dat *A.rhamni* vrij veelvuldig op *Phaseolus vulgaris* voorkomt.

't Is me niet gelukt vivipare ♀♀ in 't najaar in warme kassen

zich ongeslachtelik te laten voortplanten, steeds traden geslachtelike vormen op, eieren werden echter op aardappel niet gelegd. Tot nog toe heb ik *A.rhamni* alleen in de zandstreken waargenomen, of 't dier ook voorkomt op de geestgronden achter de duinen, waar *R.cathartica* vrij talrijk groeit, is me niet bekend.

Aphis fabae Scop.

'n Vijfde bladluis, welke menigmaal op aardappel te vinden is, behoort tot de *Aphis rumicis*-groep; voor zover mij bekend, schijnt 't steeds *Aphis fabae* SCOP. te zijn, 'n zeer polyfage soort, die vooral leeft op *Vicia faba, Beta vulgaris* en Papaverachtigen en in de geslachtelike vorm voornl. op *Evonimus europaeus*. Zelden is deze bladluis op aardappel talrijk, schijnt alleen daarop over te gaan als de gewone voedsterplanten in de nabijheid staan en de luis zich daarop sterk vermeerderd heeft. Eigenaardig is het, dat in dit opzicht plaatselike verschillen bestaan. In Wageningen, waar op de proefvelden van 't Instituut aardappels meermalen tussen *Vicia faba* of *Beta vulgaris* werden verbouwd, was ondanks dit feit de overgang van *A.fabae* meestal gering. Ook luizen op aardappel gevonden en daarop onder insektekooien verder gekweekt, bleven in de regel wel in leven, maar plantten zich slechts uiterst langzaam voort. In Z.Limburg was daarentegen deze zwarte bladluis op aardappel veel algemener, zonder echter talrijk te worden. Volgens MAYNÉ, 'n Belgies entomoloog, zou in België *A.fabae* of 'n daarmee verwante bladluis een van de veelvuldigste luizen op aardappel zijn (mondelinge mededeling); ook in Oost-Duitsland schijnt deze soort hierop vrij talrijk voor te komen, zie o. a. SCHAFFNIT (96).

Behalve de beschreven bladluissoorten schijnen nog wel andere af en toe op aardappel voor te komen. Deze zijn echter, altans in ons land, van geen betekenis, zodat ik deze niet nader in studie heb genomen. Alleen dient nog vermeld te worden, dat 'n enkele keer 'n wortelluis, *Tychea phaseoli* PASS. gevonden is, nl. in Wageningen en in de Wilhelminapolder bij Goes. Dit insekt was in Nederland nog niet eerder op aardappel waargenomen, schijnt overigens betrekkelik zelden te zijn.

ANDERE RHYNCHOTEN.

Hiervan dienen in de eerste plaats vermeld te worden de cicaden, waarvan in ons land op aardappel 't talrijkst zijn *Eupteryx*

auratus LIV. en *Typhlocyba solani*, syn. *Chlorita flavescens* FAB. en (of?) *viridula* FALL.[1]) Beide soorten komen over 't gehele land verspreid voor en schijnen ook in alle streken vrijwel even talrijk te zijn, grote verschillen tussen Groningen, Wageningen en Z.Limburg zijn me tenminste niet opgevallen. Wel kan men waarnemen, dat in de nabijheid van heggen e. d. deze insekten evenals de meeste andere talrijker zijn, 'n omstandigheid, die in de zandstreken vaker aanwezig is dan in de N. en W. bouwstreken. In de regel is *E.auratus* belangrijk veelvuldiger dan *T.solani;* de talrijke witte vlekjes, die 't typiese beschadigingsbeeld vormen van deze cicaden en die men dikwels op bijna alle planten kan waarnemen, worden in hoofdzaak door *E.auratus* veroorzaakt. Vooral in de nazomer kan men 'n groot aantal aantreffen, waaronder veel larven. Blijkbaar is in de herfst de laatste generatie volwassen en zoekt dan hoogst waarschijnlik 'n schuilplaats om te overwinteren; 'tzelfde geldt voor *T.solani*. In 1926 leek rond Wageningen *T.solani* talrijker dan gewoonlik, *E.auratus* was daarentegen veel minder algemeen, zelfs minder dan *T.solani*. Waaraan dit verschijnsel moet worden toegeschreven, is niet duidelik.

Van de wantsen is alleen 'n *Lygus*soort, vermoedelik *L.pratensis* L. algemeen. Reeds in de voorzomer kan men menigmaal de typiese beschadiging vinden, maar talrijk wordt ook dit insekt eerst in Augustus en volgende maanden.

Behalve bovengenoemde Rhynchoten komen nog verschillende andere tijdelik of meer regelmatig op aardappel voor, ze zijn echter alle van slechts geringe betekenis.

OVERIGE INSEKTEN.

Van deze is alleen de aardappelaardvlo, *Psylliodes affinis* PAYK. in ons land algemeen en komt ook in alle streken vrij regelmatig voor. Het kevertje, waarvan de levenswijze uitvoerig door BÖRNER en BLUNCK (19) beschreven is, overwintert als volwassen insekt en verschijnt reeds vroeg in 't voorjaar, als de planten nog maar even boven de grond zijn. Ook dit insekt is zeer beweeglik, zodat reeds spoedig 'n groot aantal planten tekenen van vreterij vertonen. De eieren worden aan de voet der planten gelegd, de larven leven in de grond en zijn in de eerste helft van Julie volwassen. De nieuwe generatie verschijnt half Julie—half

[1]) Voor de bereidwilligheid waarmee DR. MAC. GILLAVRY deze cicaden voor me heeft willen bepalen, zij hem hier dank gebracht.

Augustus en vreet enige tijd op de aardappelplanten om reeds spoedig het winterkwartier op te zoeken.

Rupsen werden slechts zelden gevonden, meestal behoorden ze tot de soort *Mamestra brassicae* L., welke zeer polyfaag is.

In de grond treft men bij de aardappel de gewone wortelinsekten aan: ritnaalden, aardrupsen, minder vaak emelten en in de maanden Junie-Julie de larven van de aardappelaardvlo.

METODIEK DER INFEKTIEPROEVEN.

Bij de uitvoering van deze proeven moest er naar gestreefd worden alle andere insekten, dan die er opgebracht waren, volledig uit te sluiten. Uitroken van de proefruimten met nicotinepreparaten e. d., om binnengeslopen insekten te doden, is dus niet voldoende, bovendien in vele gevallen niet uitvoerbaar. Om ongewenst binnendringen te voorkomen werd door mij in hoofdzaak gebruik gemaakt van grote, hangende kappen, zoals deze aan 't laboratorium voor aardappelonderzoek zijn ontworpen (fig. 7). Deze kappen zijn aan de onderzijde dichtgebonden om 'n zinken ring, die enige c.M. in de grond is ingedrukt. Hierdoor kunnen de planten geregeld begoten worden zonder de kappen te verwijderen; 't is bij deze proeven nl. gewenst iedere plant afzonderlik in 'n pot op te kweken om ongewilde overgang van bodeminsekten van de ene plant op de andere te voorkomen; deze potten zijn in de grond ingegraven. De kap zelf is een aan beide zijden open zak van neteldoek, hetwelk zo fijn gekozen was, dat het vrijwel uitgesloten geacht kon worden, dat zeer jonge luizen er door heen konden kruipen. Bovendien was de onderlinge afstand der potten te groot, dan dat er veel kans voor 'n enkele ontsnapte luis bestond 'n andere plant te bereiken. Moeilikheden leverde aanvankelik het dichtbinden; de plooien, die daar noodzakeliker wijze bij ontstonden, waren met touw niet voldoende af te sluiten. Daarom is later om de afsluiting aan de onderzijde 'n katoenen band gebonden, waarop 'n iets bredere laag watten genaaid is. Men kan nu verwachten, dat insekten, welke tegen de zinken ring opklimmen, zich in de watten zullen verwarren. Rondom de stang, waaraan de kap is opgehangen, werd 'n prop watten bevestigd en daaromheen de kap dichtgebonden. Was de kap eenmaal om de zinken ring bevestigd, 'tgeen zoveel mogelik gebeurde, voordat de plant boven de grond kwam, dan werd deze slechts bij uitzondering tijdens de proef losgemaakt. Voor 't opbrengen en weghalen van insekten werd het boveneinde geopend, waardoor de kans op invliegen van ongewenste insekten belangrijk kleiner werd.

Fig. 7.

Deze kappen stonden in groepen van twintig in kleine warenhuisjes. Deze bescherming had 't voordeel, dat 't goed minder door weersinvloeden beschadigd werd; de wind, die op de grote, lashangende kappen veel vat heeft, niet de zinken ringen loswerkte en bij het openen der kappen minder kans bestond op het invliegen van vreemde insekten. 'n Nadeel was tot op zekere hoogte, dat de temperatuur soms vrij ver boven de buitentemperatuur kan oplopen, zodat ziektesymptomen niet tot uiting komen. Daar echter ook onder normale omstandigheden de symptomen vaak uitblijven in 't jaar van infektie en door sterke vermeerdering van luizen mozaiekachtige verschijnselen optreden, is men toch gedwongen de nateelt af te wachten, eer men 'n oordeel over 'n proef kan uitspreken.

Vooral de soorten *Myzus persicae* en *M.pseudosolani* kunnen zich in betrekkelik korte tijd zo sterk vermeerderen, dat de planten er hevig onder lijden. 't Is dan noodzakelik de luizen na enige weken te doden; daartoe werden de potten met de kappen nog vastgebonden in 'n kleine, goed gesloten ruimte gebracht en met 'n snelwerkend nicotine-preparaat uitgerookt. Dit werd gedaan in één van de geïsoleerde afdelingen van de warme kassen; voor 't roken werden de kappen losgemaakt, maar bleven in de ruimte. Na 't roken bleven de planten in deze afdelingen, die zodanig zijn ingericht, dat de kans op binnendringen van insekten zo klein mogelik is. Voor meerdere zekerheid werd de beroking af en toe herhaald. 'n Voordeel van deze metode is, dat in de warenhuisjes ruimte vrijkwam voor nieuwe proeven, de kappen kunnen na 't uitroken en goed uitluchten weer worden gebruikt. Planten, waarop andere insekten dan bladluizen waren gebracht werden niet aldus behandeld, maar bleven de gehele groeiperiode onder de kappen in de warenhuisjes. Dit was noodzakelik, daar tegen deze insekten geen gemakkelik te hanteren middel bekend was, waarmee men verzekerd is alle individuen in korte tijd te doden. 't Was ook onnodig, daar die insekten niet zoals de bladluizen de planten zo hevig aantasten, dat deze er aan te gronde gaan.

Met de hier beschreven kappen kan alleen zomers gewerkt worden. De reeds bovengenoemde geïsoleerde afdelingen van de 's winters verwarmde kassen maakten het mogelik ook in dit jaargetijde door te gaan met infektieproeven. Daartoe werden de planten geplaatst onder glazen cilinders van boven afgesloten door 'n stuk neteldoek. Deze cilinders waren 30 of 40 cM. hoog

bij 'n diameter van ongeveer 20 cM.; 't is duidelik, dat alleen jonge, langzaam groeiende planten, dus in 't winter halfjaar, op deze manier behandeld kunnen worden; bij hoge temperatuur wordt bovendien de lucht binnen de cilinder te vochtig.

Bij de tot nu toe besproken metode werd steeds iedere plant afzonderlik behandeld en geïsoleerd. Dit is nogal bewerkelik, brengt dus mee, dat voor iedere proef betrekkelik weinig planten werden gebruikt. Dit vormt geen bezwaar, zolang de kans op 'n gelukte infektie groot is, waar in vele gevallen die kans gering bleek te zijn, zou 'n te klein aantal proefplanten tot verkeerde besluiten aanleiding kunnen geven; dit geldt in 't biezonder als andere insekten dan bladluizen werden gebruikt.

De geïsoleerde afdelingen van de warme kassen boden ook voor dit bezwaar 'n oplossing. In zo'n afdeling werden 'n twintigtal gezonde planten gezet met daartussen enkele planten met de over te brengen ziekte. Iedere plant stond ook hier in 'n afzonderlike pot om bodeminfektie te voorkomen; op bovengronds kontakt werd geen acht geslagen, daar reeds meerdere onderzoekers bewezen hebben, dat dit bij de aardappel geen rol speelt. Zover er met bladluizen geëxperimenteerd werd, bracht ik 'n aantal gezonde ongevleugelde dieren op de zieke planten, waar ze zich konden vermeerderen en langzamerhand over de gezonde verspreiden. Andere, meer beweeglike insekten werden door middel van de glazen cilinders gedwongen enige tijd op de zieke planten te verblijven en voedsel op te nemen. Of wel ze werden, voor zover 't cicaden of wantsen betrof als nymfen op de zieke planten gebracht, vanwaar ze zich na de laatste vervelling konden verspreiden. Aangenomen werd, dat ze, indien met rust gelaten, nog wel na de laatste vervelling op de zieke plant zouden zuigen, hetgeen inderdaad enkele malen is waargenomen.

Tenslotte heb ik infektieproeven met de bladluizen van de soorten *Myzus persicae* en *M.pseudosolani* uitgevoerd op spruitende knollen, zoals reeds beschreven is door ATANASOFF (8) en MURPHY (70). Aanvankelik werd iedere knol afzonderlik behandeld, waardoor slechts weinig luizen op 'n spruit gebracht konden worden, hetgeen ongewenst was, daar veel luizen spoedig dood gingen, vaak nog voordat ze gezogen hadden. Toen bleek, dat prakties alle gebruikte knollen gezond waren, (daar deze proeven 's winters genomen werden, kon dit eerst achteraf gekonstateerd

worden), werden meerdere knollen gemeenschappelik behandeld, hetgeen dan ook betere resultaten gaf.

KONTROLLE.

Bij al deze proeven is gebruik gemaakt van pootgoed afkomstig van 't bedrijf van DR. OORTWIJN BOTJES, die voor 't laboratorium van aardappelonderzoek speciaal gezond pootgoed kweekt. Niettegenstaande daarin inderdaad zeer zelden ziekten voorkwamen, heb ik toch steeds van iedere knol 'n stukje ter kontrolle afzonderlik uitgepoot. Daar het door 't groot aantal planten ondoenlik was de stukjes luisvrij op te kweken, liet ik deze op 't veld uitpoten en werd ermee volstaan tijdig (d. i. voordat de symptomen van nieuwe, primaire infekties beginnen te verschijnen) op gezondheidstoestand te inspekteren. Was bij uitzondering 'n plant verdacht of zelfs ziek, dan werd de gehele knol voor verdere proeven uitgeschakeld. Bij enigzins grotere knollen, zoals meermalen bij de soort Paul Kruger voorhanden waren, werden deze in de regel in 3—5 stukjes gesneden, waarvan één voor kontrolle diende, de andere voor infekties met verschillende ziekten.

Tijdens de proeven werden steeds 'n klein aantal planten onder de kappen geheel vrij van insekten gehouden, deels als bewijs, dat planten waarop geen insekten voedsel kwamen zoeken gezond bleven, deels ter kontrolle, dat de proefinrichting voldeed, wat betreft het willekeurig uitsluiten van insekten. Wat dit laatste aangaat, was de inrichting werkelik voldoende: in 1924 werden op die manier 19 planten opgekweekt, waarvan slechts 1 met luizen bezet bleek; in 1925 waren van 30 planten 4 niet luisvrij gebleven, in 1926 van 24 planten 3. Bij de infektieproeven moet dit aantal naar verhouding geringer geweest zijn, daar in dat geval de planten veel korter aan infektiekans blootgesteld waren.

Wat betreft het gezond blijven van planten, die vrij van insekten werden opgekweekt, kon met 'n klein aantal worden volstaan, omdat het de laatste jaren uit verschillende onderzoekingen wel duidelik geworden is, dat optreden van virusziekten vrijwel uitgesloten is bij geïsoleerd groeiende planten. En wilde men werkelik de onmogelikheid bewijzen, dat planten spontaan ziek worden, dan zou 'n zeer veel groter aantal planten over 'n lange reeks jaren onder zeer verschillende uitwendige omstandigheden geïsoleerd moeten worden voortgeteeld.

Ten slotte was 'n aantal kontrolleplanten nodig om aan te tonen, dat de gebruikte insekten zonder op zieke planten gezogen of gevreten te hebben geen ziekte kunnen teweeg brengen en tevens dat de insekten, welke voor de infektieproeven dienden, vrij van ziektekiemen waren. Voor deze proeven werd zoveel mogelik uitgegaan van luizen opgekweekt uit 't ei of afkomstig van niet-Solanaceae (zie tabel II). Slechts bij uitzondering bleek de nateelt van zo'n voorraadsplant ziek te zijn; in dat geval zijn de planten behandeld met luizen afkomstig van dergelike zieke stammen, bij de beoordeling uitgeschakeld.

Door de grote beweeglikheid van cicaden, wantsen en aardvlooien was het moeilik met deze op dezelfde wijze te handelen. Ze werden trouwens steeds op aardappelvelden verzameld, inderdaad is daardoor weleens 'n andere ziekte overgebracht, dan waarmee geëxperimenteerd werd. Dit was van geen overwegend bezwaar, daar het bij deze insekten er voorlopig alleen om te doen was uit te maken of zij in staat zijn een van de virusziekten over te brengen.

INFEKTIEPROEVEN.

INLEIDING.

Als infektiebron is gebruik gemaakt van ziek materiaal, dat aan dit laboratorium door prof. QUANJER zuiver wordt voortgekweekt en wel aardappels met de ziekten: bladrol (leafroll), mozaiek (common mosaic), krinkel (crincle), stippelstreep (stipple streak of kortweg streak), aucuba bont (aucuba mosaic) en tussennervig mozaiek (Duke of York mozaiek, interveinal mosaic); voor „spindling sprout" is uitgegaan van materiaal, dat zich toevallig voordeed.

Voor de beschrijving van deze ziekten zij verwezen naar die van QUANJER in het Report of the international conference of Phytopathology and Economic Entomology 1923 (89 blz. 24). Buiten beschouwing is gelaten met welke ziekten uit de door SCHULTZ en FOLSOM (101) gebruikte terminologie de hierboven genoemde overeenkomen.

BODEMINFEKTIE.

Voor dat ik overga tot de bespreking van de resultaten der infekties, dient eerst melding gemaakt te worden van enkele proeven genomen om te onderzoeken in hoeverre verspreiding van virusziekten mogelik is bij afwezigheid van insekten en andere dieren zowel boven als in de grond. Reeds SCHULTZ en FOLSOM deden hierover enkele proeven (99, blz. 333; 101, blz. 47; 102, blz. 514) met „mild mosaic" en „spindle tuber", maar konden geen overgang waarnemen. Toch menen enkele onderzoekers, o. a. v. d. GOOT (47) en WHITEHEAD (124), dat verspreiding van virusziekten in de pootrijen 'n grote rol speelt en schrijven dit toe aan ondergrondse infektie al of niet met medewerking van bodeminsekten.

Om dit nauwkeurig na te gaan heb ik in de jaren 1924 en 1925 in één van de reeds vermelde warenhuisjes 10 gezonde knollen van de soort Paul Kruger in de volle grond gepoot afgewisseld met bladrolzieke knollen eveneens in de volle grond; ter kontrolle bevonden zich in 'tzelfde warenhuisje 10 gezonde planten in pot-

ten; alle gezonde planten waren als gewoonlik onder kappen geïsoleerd. Daar in deze grond reeds enige jaren geen planten gegroeid hadden, was 't dierenleven er gering, temeer waar deze grond zeer stijf was. Dit laatste was echter tevens oorzaak, dat de wortels zich weinig ontwikkelden en dus buurplanten waarschijnlik te weinig in kontakt met elkaar kwamen, zodat deze proeven, hoewel alle planten gezond bleven geen uitsluitsel gaven. Daarom zijn later de zieke en gezonde knol, steeds van verschillende soort, in één pot met gekookte grond gepoot, zodat nu 't kontakt zo groot mogelik was en alle dierlik leven volkomen ontbrak. Er was zorg gedragen, dat bij de gezonde knol, waarvan steeds 'n stuk ter kontrolle was afgesneden, voor 't poten op de wondvlakte 'n kurklaag was gevormd.

Op die manier zijn 10 gezonde knollen van de soort Schotse Muis gepoot met bladrolzieke Paul Kruger en 8 gezonde Paul Kruger met krinkelzieke Bravo; in beide gevallen is van overgang der ziekten niets gebleken. Te gelijkertijd zijn 5 andere gezonde Schotse Muis-knollen met bladrolzieke Paul Kruger op gelijke wijze behandeld, doch zijn in 4 gevallen enkele emelten van de soort Tipula paludosa Mgn. toegevoegd en bij de vijfde ritnaalden. Twee van de vier met emelten behandelde planten bleken in de nateelt bladrol te vertonen, zodat de mogelikheid van verspreiding van bladrol door middel van bodeminsekten niet uitgesloten geacht moet worden, 'tgeen nog met de hieronder te bespreken infektieproeven aan waarschijnlikheid wint. Toch dient er hier reeds dadelik op gewezen te worden, dat uit de door dit laboratorium genomen afstandsproeven niet blijkt, dat bodeminsekten 'n ook maar enigzins belangrijke rol spelen bij de verspreiding van virusziekten. Ten eerste wijst niets er op, dat bv. in Groningen de bodeminsekten minder talrijk zouden zijn dan in Wageningen, maar bovendien zijn de nieuwe infekties niet in die mate tot de buurplanten van de ziekmakers beperkt als bij ondergrondse verspreiding te verwachten zou zijn. Wellicht dat op gescheurd grasland bodeminsekten van groter betekenis zijn.

INFEKTIEVERMOGEN VAN VERSCHILLENDE INSEKTEN.

Bladrol.

Uit tabel III a en b blijkt, dat bladrol wordt overgebracht door de bladluizen *Myzus persicae*, *M.pseudosolani* en *Aphis rhamni*, terwijl er aanwijzingen bestaan, dat ook *A.fabae* de ziekte over-

brengt, hoewel veel minder zeker dan de andere. In dit opzicht lijkt het of ook *A.rhamni* minder gevaarlik is dan de beide *Myzus*-soorten, doch dit kan eerst met zekerheid uit 'n groter aantal proeven blijken. Verder verkreeg ik positieve resultaten met cicaden en wel met *Eupteryx auratus*, met wantsen (*Lygus*-sp.) en aardvlooien; hierboven werd reeds op de mogelikheid gewezen, dat ook bodeminsekten bladrol overbrengen. Knolinfekties gelukten met de beide *Myzus*-soorten.

Uit de gegevens blijkt echter duidelik, dat de infektie met alle andere insekten dan bladluizen veel moeiliker gelukt, zoals reeds op grond van de veldwaarnemingen te verwachten was. Bovendien blijkt, dat niet alleen gevleugelde en ongevleugelde, volwassen bladluizen, maar ook larven in verschillende stadia van ontwikkeling in staat zijn 't bladrolvirus over te dragen. Verder zijn in sommige gevallen gunstige uitkomsten verkregen bij gebruik van 'n klein aantal bladluizen. Uit de volgende tabellen zal men kunnen konkluderen, dat bovengenoemde waarnemingen ook voor de andere virusziekten gelden.

Mozaiek (tabel IV).

Dit werd overgebracht door *M.persicae, M.pseudosolani, A.fabae, Mamestra brassicae* en vermoedelik door *Psylliodes affinis*. Met *A.rhamni*, cicaden en wantsen zijn geen proeven genomen.

Dat de rupsen in staat waren alle planten te infekteren, moet niet toegeschreven worden aan 'n biezondere geschiktheid als virusdragers. De rupsen hebben vanaf 't ogenblik, dat ze uit 't ei kwamen, tot aan de verpopping op de planten geleefd. Naar schatting waren het er ongeveer honderd, waarvan bijna 60 het tot verpopping hebben gebracht. Daar 6 zieke planten aanwezig waren, was de kans op infektie groot, deze werd bovendien nog kunstmatig versterkt, doordat ik af en toe 'n aantal rupsen op de zieke planten terugbracht, die na enige tijd weer vanzelf op de gezonde overgingen. Men mag dus wel aannemen, dat hier de hoeveelheid overgebrachte smetstof in verhouding tot normale gevallen buitengewoon groot was.

Dat aardvlooien mozaiek niet duidelik hebben overgebracht, is te wijten aan tegelijk aanwezig bladrol. Overigens bewees deze onwillekeurige infektie nogeens hun vermogen om bladrol over te brengen.

De knolinfekties met mozaiek zijn alle negatief uitgevallen.

Krinkel en Stippel-streep (streak), tabel V, VI en VII.

Krinkel ging over met *M.persicae*, *M.pseudosolani*, *A.rhamni* en cicaden, terwijl er 'n zwakke aanwijzing bestaat, dat ook *Ps.affinis* in staat is deze ziekte te verspreiden.

Hier deed zich de biezonderheid voor, dat in gevallen waar de soort Bravo als ziekmaker is gebruikt, rekening gehouden moet worden met de mogelikheid, dat ook, of alleen, streak overging; volgens ATANASOFF (9) zou nl. deze laatste ziekte zich bij Bravo geheel op dezelfde manier uiten als krinkel. Inderdaad blijkt dan ook uit tabel Va, dat bij gebruik van krinkelzieke Bravo in sommige gevallen streak is opgetreden. Dat ook zuiver krinkel bij Bravo kan voorkomen, kan men zien uit de proef genomen 6 Julie 1926 (tabel VII), waarbij deze ziekte door middel van *A.rhamni* overgebracht kon worden op 'n aantal planten van de soorten Schotse Muis, Bravo en Paul Kruger, alle staande in één kasje met één krinkelzieke Bravo; bij geen van deze planten traden streaksymptomen op.

Om de waarneming van ATANASOFF nog nader te toetsen werden de volgende proeven ingezet (tabel VII):

1. 20 Mei werd 'n krinkelzieke Bravo, waarvan bekend was dat deze stippel-streep op Schotse Muis kon overbrengen, in één kasje gepoot met gezonde Schotse Muis, Bravo en Paul Kruger. *M.persicae* diende als overbrenger van de ziekte.

De soort Schotse Muis diende als reagens op de aanwezigheid van streak; deze soort is hiervoor te gevoelig om daarnaast eventueel aanwezige krinkel te demonstreren. Om de aanwezigheid van deze ziekte aan te tonen, werd gebruik gemaakt van Paul Kruger, welke voor beide ziekten vatbaar is, voor streak echter in geringe mate. De Bravoplanten dienden slechts ter bevestiging, dat krinkel (streak) door *M.persicae* werd overgebracht. Uit de nateelt bleken meerdere Bravo-planten krinkel en Schotse-Muis streak te vertonen, de soort Paul Kruger daarentegen bleef geheel gezond. Dit is echter wel 'n aanwijzing, dat geen krinkel aanwezig was, daar bij andere proeven deze soort hiervoor te gevoelig bleek te zijn om geheel geen verschijnselen tot uiting te brengen.

2. Bij de tweede proef werden dezelfde gezonde soorten tezamen gebracht met 2 planten van de soort Zeeuwse Blauwe, waarvan reeds bewezen was, dat deze 't streakvirus bevatten. Zoals ATANASOFF (9) reeds mededeelt, vertoont deze soort geen

symptomen van streak. Nu werd *A.rhamni* gebruikt om de ziekten over te brengen.

In de nateelt bleken weer verschillende planten van de soort Schotse Muis streak te vertonen, Bravo echter krinkel, terwijl Paul Kruger ook nu geen duidelike symptomen gaf. Het gedrag van de soort Bravo bewees echter voldoende, dat de opvatting van ATANASOFF juist was.

Uit de hierboven beschreven proeven en uit tabel VI kan men konkluderen, dat streak door dezelíde insekten wordt overgebracht als krinkel.

Overige ziekten, tabel VIII a en b.

Myzus persicae bleek verder in staat tussennervig mozaïek over te brengen en „spindling sprout". Dit laatste gelukte in 2 gevallen van 'n serie van 7 infekties. Op te merken is, dat in deze serie bovendien nog 3 gevallen van bladrol voorkwamen, terwijl in één van de twee eerst genoemde gevallen, waarbij niet alle knollen „spindling sprout" vertoonden, de overige bladrol hadden, zodat men de indruk krijgt, dat beide verschijnselen afzonderlik zijn overgegaan. Of dit toevallig was, dan wel op 'n bepaald verband tussen bladrol en „spindling sprout" wijst, zooals SCHULTZ en FOLSOM (100) menen, kon door gebrek aan meerder materiaal niet nagegaan worden. Wel werd de nateelt van bovengenoemde bladrolplanten nog 'n jaar bewaard, maar geen van de knollen kregen „spindling sprout", waardoor de waarschijnlikheid toeneemt, dat beide verschijnselen afzonderlik zijn overgegaan; bladrol gaat daarbij gemakkeliker over. Ook bij de vele andere bladrol infekties is nooit gebleken, dat deze ziekte met „spindling sprout" zou samengaan, hoewel dikwels de nateelten hevig bladrolziek waren.

Latere proeven met „spindling sprout" leverden steeds negatieve resultaten op.

Het is tot nog toe niet gelukt aucuba bont over te brengen door middel van insekten, hoewel QUANJER overgang verkreeg met entingen op aardappel en andere Solanaceae (89).

Konklusies.

Samenvattend kan gekonstateerd worden, dat in deze proeven alle insekten in staat waren virusziekten van de aardappel over te brengen (tabel IX). Het volledigst is dit aangetoond voor

bladrol, maar ook voor de andere ziekten is het in verschillende gevallen gelukt, uitgezonderd aucuba bont.

Bovendien blijkt uit deze proeven, dat het ontwikkelingstadium, waarin de insekten verkeren, er niet toe doet: positieve resultaten zijn evenzeer verkregen met larven van verschillende ouderdom als met volwassen insekten, bij de bladluizen zowel met larven als nymfen, met ongevleugelde als gevleugelde individuen.

Men mag dus wel aannemen, dat ieder willekeurig insekt (en wellicht ook andere diersoorten), dat in staat is zich op een of andere wijze met de aardappelplant te voeden, de virusziekten langs mechaniese weg kan verspreiden. Uit niets blijkt, dat in dit opzicht onderscheid bestaat tussen de verschillende virusziekten, zoals bv. 't geval is bij suikerbiet en suikerriet. Wel krijgt men de indruk, dat in ander opzicht verschillen bestaan:

1. Van de virusziekten werd bladrol het gemakkelikst overgebracht.

2. Niet alleen gelukte het beter de ziekten over te brengen met bladluizen dan met andere insekten, maar onder de bladluizen schijnt *M.persicae* het gevaarlikst te zijn.

Dat insekten bladrol gemakkeliker verspreiden dan andere ziekten, blijkt uit verschillende feiten: zo hadden de nateelten in gevallen, dat ongewenste ziekten optraden, bijna steeds bladrol; was in 1923, toen slechts 'n gering persentage der uitgevoerde infekties gelukten, 't resultaat met bladrol verreweg het gunstigst en ten slotte werd in 'n proefserie vermeld in tabel XII en XIII bij gebruik van mozaiek of krinkel als infektiebron slechts 'n enkele plant ziek, terwijl dit aantal met bladrol zeer veel groter was. Dit niettegenstaande alle planten tegelijk gepoot waren, steeds evenveel luizen werden genomen alle afkomstig uit één stam en steeds tegelijk 'n aantal bladrol en mozaiek of krinkel infekties werden uitgevoerd.

'n Verklaring van dit verschijnsel valt moeilik te geven, te meer waar MURPHY (72) in Ierland juist 't tegenovergestelde vond bij kunstmatige infektie („core-grafts"). Mogelik dat de oorzaak uitsluitend te zoeken is in de gebruikte aardappelrassen, bij mijn proeven is in hoofdzaak gebruik gemaakt van de soort Paul Kruger, welke zeer vatbaar is voor bladrol.

Dat andere insekten dan bladluizen virusziekten van de aardappel moeiliker overbrengen, was reeds uit 't literatuuroverzicht gebleken; alleen MURPHY verkreeg afwijkende resultaten, maar

diens proeven waren niet overtuigend. Ook uit de reeds eerder besproken afstandsproeven (blz. 26) was 'n dergelik onderscheid in infekterend vermogen waarschijnlik geworden.

Verschillen tussen bladluizen onderling waren tot nog toe niet gevonden. Mij bleek in 't biezonder *A.fabae* moeilik ziekten over te brengen. Maar deze luis ontwikkelt zich slecht op aardappel, hoewel in de hier beschreven proeven de luizen zich reeds enkele weken op de zieke planten hadden vermeerderd of op 't veld spontaan op zieke aardappels kolonies hadden gevormd. De verschillen met *Myzus pseudosolani* en *Aphis rhamni* zijn geringer, 'n uitgebreider onderzoek zal noodzakelik zijn om na te gaan of deze inderdaad bestaan.

SPECIFIEKE VERHOUDING TUSSEN LUIS EN VIRUS.

Daar de biezondere betekenis van bladluizen en meer speciaal van *M.persicae* reeds gebleken was, voor met dit onderzoek werd aangevangen, was hierbij ingesloten de vraag of tussen *M.persicae* en het virus nog 'n bepaalde specifieke verhouding bestond. Dit werd gedaan door 'n antwoord te zoeken op de volgende punten:

1. Het bestaan van 'n incubatie van 't virus in 't insekt.
2. De infektiekans per individu.
3. De tijd, dat 't virus in 't insekt in stand blijft, nadat dit de zieke plant heeft verlaten.
4. 't Gedrag van 't virus bij vervelling.
5. Overgang van 't virus van moederdier op jong.

INCUBATIEPROEVEN.

Deze werden in hoofdzaak op dezelfde wijze uitgevoerd, als SEVERIN dit deed met *Eutettix tenella* en „curly top" van suikerbiet (103). 'n Aantal luizen werd voor 'n bepaalde tijd op 'n zieke plant gebracht; deze tijd hoeft slechts zolang te zijn, dat men kan aannemen, dat iedere luis gezogen heeft, maar belangrijk korter dan de incubatieperiode. De luizen werden nu van de plant verzameld en in groepen verdeeld, iedere groep werd gedurende verschillende maar bepaalde tijden op gezonde planten (A) gebracht, waarvan ze na afloop weer zo zorgvuldig mogelik werden afgezocht en gebracht op 'n tweede serie gezonde planten (B), waarop ze nu zolang bleven, dat aangenomen mocht worden, dat de incubatietijd verre verstreken was. De incubatietijd wordt bepaald door de periode, die de luizen op de zieke plant gezogen hebben plus de tijd, dat ze dit deden op die gezonde plant uit de A-serie, welke nog juist gezond bleef. De planten uit de B-serie dienen ter kontrolle, dat het gezond blijven van 'n plant uit de A-serie niet veroorzaakt werd door gebrek aan infekterend vermogen van de luizen. Zodra de luizen van de planten uit de A-serie waren afgezocht, werden deze gerookt om de achtergebleven exemplaren te doden.

Zoals uit tabel X blijkt, wezen de beide eerste proeven, in 1922 genomen, op de mogelikheid van 'n incubatie langer dan 2 × 24 uur: 24 uur op de zieke plant en 24 op de gezonde. In 1923 bleven ook de meerderheid der kontrolle planten uit de B-serie gezond, 'tgeen deze gemeen hadden met vele andere infekties uit dat jaar; over de vermoedelike oorzaak zie blz. 56.

In 1925 werd getracht 'n scherpere begrenzing van de incubatietijd te verkrijgen door de luizen kortere tijd op de zieke plant te laten zuigen en de verblijfsduur op de gezonde uit de A-serie meer te variëren. Ook nu bleef de eerste plant uit de A-serie (A_1 uit de tabel) gezond, A_2 echter werd ziek, zodat 'n eventuele incubatie lag tussen 24 (14 + 10) en 38 (14 + 24) uur. 'n Tweede proef in 1925 leverde geen resultaat op.

In 1926 werd als proefplant de soort Schotse Muis genomen in plaats van Paul Kruger, de A-serie was nu nog sterker gevariëerd. De gezondheidstoestand van de nateelten is echter op dit ogenblik nog niet geheel bekend.

Hoewel 't aantal proeven over de incubatie nog te gering is om 'n beslist oordeel uit te spreken, is het opvallend, dat in de gevallen, waar 't resultaat niet geheel negatief was, steeds de eerste plant gezond bleef.

DE INFEKTIEKANS PER INDIVIDU.

Deze is niet afzonderlik onderzocht; in verschillende gevallen vermeld onder tabel III—VII bleken reeds 'n zeer gering aantal luizen infekties tot stand te kunnen brengen, zoals trouwens te verwachten was. Daar tegenover werden meermalen geen uitkomsten verkregen met 'n groot aantal individuen per infektie, zonder dat hiervoor 'n verklaring gevonden kon worden. In 't algemeen leek het om duidelike resultaten te verkrijgen van meer belang 'n groot aantal planten te infekteren, dan per plant 'n groot aantal insekten te nemen.

LEVENSDUUR VAN 'T VIRUS IN 'T INSEKT. OVERGANG VAN 'T VIRUS VAN MOEDERDIER OP JONG.

De levensduur werd op twee manieren nagegaan:

1. Door de luizen, nadat ze langer op 'n zieke plant geleefd hebben dan de incubatie bedraagt in 't insekt, dageliks van de ene gezonde plant op 'n volgende over te brengen. Deze metode is door SEVERIN voor „curly top" en door KUNKEL voor „aster

yellows" toegepast. 't Bezwaar hiervan is, dat, altans teoreties, na de eerste uren zuigen op de gezonde plant 't insekt weer opnieuw vanuit die plant besmet kan worden. Dezelfde metode heb ik in 1926 met bladrol en mozaiek toegepast, waarbij 'n aantal gevleugelde luizen van de soort *M.persicae* op die manier behandeld werden; de resultaten zijn nog niet volledig bekend.

2. 'n Andere meer exakte metode bestaat in 't brengen van de virusdragende insekten op planten, waarvan bekend is, dat ze volkomen immuun zijn voor de virusziekte, waarmee geëxperimenteerd wordt. Ook deze metode is voor „curly top" en „aster yellows" toegepast.

Voor de hier behandelde virusziekten werd spinazie gebruikt, omdat *M.persicae* daar gemakkelik op overgaat en reeds herhaaldelik gebleken was bij gebruik van spinazie als voorraadplant, dat dit gewas waarschijnlik onvatbaar is voor virusziekten van de aardappel. Door gebrek aan tijd kon dit eerst in 1926 definitief nagegaan worden, zover de nateelten reeds bekend zijn bleek spinazie inderdaad geen virusdrager. De proefinrichting was hiertoe als volgt:

1. Op spinazie werden 'n aantal luizen gebracht, waarvan bekend was, dat ze geen virusdragers waren. Na enige tijd werden de luizen op gezonde aardappels overgebracht, zodat er steeds kontrolle bestond op de oorspronkelike gezondheidstoestand van de spinazie.

2. Na roken van de spinazie werden bladluizen daarop gezet afkomstig van zieke aardappels en daarvan op bepaalde tijden enige luizen overgebracht op gezonde aardappels, waarbij dus de levensduur van 't virus in de bladluizen bepaald werd. Op die manier is het gelukt 2 planten met krinkel te infekteren door middel van luizen, welke 7 en 10 dagen op spinazie geleefd hadden. 'n Groter aantal planten bleef echter gezond.

3. Na nogmaals roken werden weer gezonde luizen op de spinazie gebracht en vandaar op gezonde aardappels ter kontrolle, dat 't virus niet in de spinazie was achter gebleven.

'n Bezwaar van deze metode, dat speciaal voor bladluizen geldt, wordt gevormd door de jongen, welke reeds lang volwassen zijn, voordat de luizen waarmee de proef in 't tweede gedeelte is begonnen, zijn verbruikt. Men brengt dan reeds na korte tijd luizen over, die niet van de zieke aardappel afkomstig zijn. Daarom werden deze proeven verbonden met 't onderzoek naar

de mogelikheid van overgang van 't virus van de moederluis op de levend geboren jongen, door geregeld de op spinazie geboren luizen af te zoeken en op gezonde aardappels over te brengen. Alle planten bleven in dit geval gezond, zover tenminste de nateelten reeds bekend zijn.

Pas geboren luizen werden bovendien onderzocht op hun vermogen ziekte over te brengen door dergelike luizen, afkomstig van dieren, welke nog op de zieke plant leven, voorzichtig op gezonde planten over te brengen, voordat ze gelegenheid tot zuigen gehad hebben. Ook op die manier overgebrachte luizen hebben tot nog toe geen ziekte veroorzaakt. Evenmin lukte het langs deze weg aan ATANASOFF (8) en MURPHY (72) ziekten over te brengen.

'n Derde metode om de overgang op de jongen na te gaan, is alleen mogelik met bladluizen, waarvan de geslachtelike vormen bekend zijn, in 't biezonder bij twee huizige soorten; maar kan ook bij andere insekten toepassing vinden. Men brengt daartoe van bladluizen op zieke planten de sexupare en ♂♂ over op de wintervoedsterplant, in dit geval perzik. De sexupare brengen de ovipare ♀♀ voort, waarvan de eieren overwinteren. De daaruit in 't voorjaar te voorschijn komende fundatrices leveren na 1 of 2 generaties de migranten, welke op aardappel overgebracht kunnen worden. In 1924 zijn op die manier 'n zestal planten besmet met migranten afkomstig van bladluizen, welke op bladrol- en mozaiekzieke aardappels geleefd hadden. Alle planten zijn gezond gebleven.

Deze proeven geven dus 'n aanwijzing, dat 't virus enige tijd in de luis in leven kan blijven, maar niet dat het direkt van de volwassen luizen op de jongen kan overgaan.

BETEKENIS VAN DE VERVELLING.

De mogelikheid, dat bij vervelling 't virus niet verloren gaat, werd aanvankelik evenals bij pas geboren luizen onderzocht door op zieke planten aanwezige vervellende luizen direkt na afloop daarvan op gezonde planten over te brengen. Later werden 'n aantal bijna volwassen nymfen in 'n lege glazen cilinder gebracht en daarvan geregeld de vervelde, nu volwassen gevleugelde exemplaren op gezonde aardappels gezet, zoals MURPHY (72) gedaan heeft voor pasgeboren luizen. Ook werden wel bijna volwassen nymfen op spinazie gebracht en na hun laatste vervelling weer

terug op aardappel. Bij proeven op een van deze manieren uitgevoerd, is het gelukt in enkele gevallen bladrol en in 1 geval streak over te brengen (tabel XI).

Samenvattend kan men zeggen, dat er wel waarnemingen zijn, die wijzen op 'n andere dan louter mechaniese overbrenging door *M.persicae*; speciaal is dit 't geval bij de proeven over de incubatie en over de invloed van de verveliing. Er zijn echter nog te weinig proeven genomen en de uitkomsten zijn te wisselvallig, dan dat men van meer dan van 'n vermoeden zou kunnen spreken.

VERBREIDINGSNELHEID VAN 'T VIRUS DOOR DE PLANT.

Gelijk bekend, is OORTWIJN BOTJES erin geslaagd gezond pootgoed te behouden door middel van vroeg rooien: voor de late en middellate soorten is dit ongeveer begin Augustus. Dus zou op dat ogenblik 't virus van reeds plaats gehad hebbende infekties nog niet doorgedrongen zijn tot op de knollen. Uit de reeds beschreven resultaten (blz. 42 e. v.) en uit de afstandsproeven (blz. 26 e. v.) is gebleken, dat bladluizen speciaal *M.persicae*, welke bovendien 't talrijkst is, de virusziekten veel gemakkeliker overbrengen dan de overige insekten. Bij de bestudering van de biologie van *M.persicae* bleken de migranten in de voorzomer zeer beweeglik te zijn (blz. 24), 'tgeen meebrengt, dat deze bij de verspreiding van de virusziekten 'n grote rol spelen. Daaruit valt te besluiten, dat 't tijdsverloop tussen de infektie en het bereiken door 't virus van de knollen ongeveer 4 weken moet bedragen, m. a. w. de snelheid, waarmee 't virus de afstand aflegt tussen 't infektiepunt en de knollen is betrekkelik gering.

Om 'n enigzins nauwkeuriger beeld van deze snelheid te krijgen werden in 1924, '25 en '26 enkele proeven aangezet. Tot nog toe is aan deze snelheid bij virusziekten weinig aandacht besteed, SEVERIN (104) heeft getracht bij „curly top" deze snelheid te bepalen door op volgroeide bietebladeren virusdragende cicaden te brengen en nu 't tijdstip te bepalen waarop 't virus in jonge bladeren is aangeland. Dit deed hij door op de jonge bladeren virusvrije cicaden te laten zuigen en daarvan dageliks 'n aantal over te brengen op 'n serie gezonde bieten. Het bleek op die manier, dat eerst cicaden, welke op de 7e dag na de infektie gezogen hadden, in staat waren de ziekte op andere bieten over te brengen; bij kiemplanten met 4 loofbladeren kon dit reeds na 2 dagen. Deze tijd is korter dan de incubatie van 't virus in de plant, daar op 't ogenblik van zichtbaar worden der symptomen 't virus zich reeds sterk in 't jonge blad vermeerderd moet hebben.

KUNKEL vermeldt voor „aster yellows" enige waarnemingen, waaruit eveneens zou blijken, dat 't virus zich slechts langzaam verplaatst.

Bovenbeschreven proefinrichting kon niet door mij worden overgenomen. Daar de waarnemingen op 'n zeer langzame verspreiding van 't virus door de aardappelplant wijzen, zou daardoor gedurende 4 à 5 weken enige keren per week luizen op de geïnfekteerde plant en daarvandaan op 'n serie gezonde planten moeten worden gebracht. Waar bij deze virusziekten infektie niet met die grote zekerheid gelukt als bij „curly top" zou 't aantal planten te groot worden. Bovendien was het vooral belangrijk te kennen de snelheid waarmee 't virus de knollen bereikt.

De proefinrichting was nu als volgt: bij 'n reeks te gelijk gepote planten werd op 'nzelfde dag (of 2 opeenvolgende dagen) 'n gelijk aantal virusdragende luizen gebracht op de groeitop en daar door middel van 'n klein insektekooitje van de rest der plant geïsoleerd, waarne de gehele plant op de gebruikelike wijze onder 'n grote kap werd geplaatst (zie fig. 8); van te voren was de stengellengte gemeten. Oorspronkelik was het de bedoeling iedere week 'n aantal planten te rooien; de omstandigheden, waaronder de planten groeiden waren echter niet gunstig voor 'n snelle knolvorming. Daarom werd er mee volstaan 'n derde tot de helft van de stengel weg te nemen en de rest na te zijn gemeten luisvrij te laten doorgroeien tot rooitijd. Op die manier werd dus slechts de snelheid gemeten, waarmee 't virus door 't bovenste stengeldeel verplaatst wordt. Er dient op gewezen te worden, dat deze proeven geen uitkomsten volkomen geldend voor de praktijk opleveren. De temperatuur was hoger dan normaal, terwijl door de geregelde vochtvoorziening, maar vooral door minder licht veel langere stengels gevormd werden, welke sneller 'n grote hoogte bereikten en, zoals reeds opgemerkt, later tot knolvorming overgingen. Welke invloed al deze faktoren op de verplaatsing van 't virus hebben, valt niet met zekerheid te zeggen. Deze proeven geven dan ook slechts aan of de verspreiding door de planten betrekkelik snel of langzaam geschiedt.

'n Andere metode is gevolgd door MURPHY (72), die in plaats van insekten te gebruiken 'n zieke top op de plant entte; hij bewees bij 2 planten, dat 't virus eerst na 15 dagen zich door 'n gedeelte van de stengel verspreid had.

Uit tabel XII blijkt, dat de snelheid inderdaad gering is; in 1924 was eerst in de nummers 16—20 een geval van duidelik bladrol aanwezig, d. w.z. na 10 dagen (11—21 Junie) had 't virus in dat geval de helft der stengellengte doorlopen.

Fig. 8.

In 1925 bleven zelfs de planten gezond, waarvan de top 22 dagen na de infektie was weggesneden. Een infektie opgetreden bij de nummers 85—87 moet vermoedelik geweten worden aan ontsnapte luizen, welke de plant benden de top geïnfekteerd hebben. Overigens is dit jaar de infektie ook in de laatste nummers minder regelmatig gelukt. Het enig belangrijk verschil tussen deze serie en die van 't vorig jaar is, dat de planten nu in 'n vroeger stadium geïnfekteerd zijn. Wel was die datum 1—3 Julie tegen 11 en 12 Junie in 1924, maar de planten waren ruim 6 weken later gepoot. Men krijgt hierdoor de indruk, dat des te krachtiger de plant groeit, des te langzamer 't virus zich verspreidt in benedenwaartse richting. Of wel bij krachtig groeiende planten blijft 't virus meer in 't topgedeelte opgehoopt, waarop ook zou wijzen 't vroegtijdig verschijnen van de primaire ziektesymptomen in 't veld.

Opmerkelik is ten slotte nog, dat in 1924 de nummers 31—35 de ziektesymptomen in minder sterke mate vertonen dan de 10 voorgaande, 1 plant was zelfs geheel gezond. Deze nummers waren tevens de eerste, waarbij 'n groter gedeelte van de stengel was weggenomen; dus 11 Julie, 'n maand na de infektie, zou het virus nog niet steeds de geheele bovengrondse stengel hebben doorlopen. Het is echter niet uitgesloten, dat dit slechts 'n toevallig samentreffen van 2 verschillende feiten is.

'n Zelfde proef in 1924 met krinkel, in 1925 met mozaiek genomen op presies dezelfde data met gelijk gepote planten en luizen van dezelfde stam, gaf geen duidelike resultaten. Slechts zij vermeld, dat de enkele gelukte infekties voorkwamen in de 2 of 3 groepen, waarbij de stengeltop 't laatst is weggenomen.

De uitkomst van de proeven in 1926 is nog niet bekend.

INVLOED VAN DE OUDERDOM DER PLANTEN.

Zoals reeds bij de bespreking der tabellen is opgemerkt, waren de proeven in 1923 grotendeels mislukt. Ook later bleek, dat vooral met virusziekten van 't mozaiektype het betrekkelik moeilik was gunstige resultaten te verkrijgen; hetzelfde vond Kenneth M.SMITH (109).

De oorzaak van dit verschijnsel is niet duidelik, maar verschillende mogelikheden doen zich voor.

1. Uiteenlopende vatbaarheid voor de verschillende virusziekten. De soort Paul Kruger is zeer vatbaar voor bladrol, daarmee lukten de infekties dan ook het best, hoewel de soort ook duidelik vatbaar is voor de andere virusziekten. De invloed van de verschillen in vatbaarheid blijkt tevens uit de infekties van de soorten Bravo, Schotse Muis en Paul Kruger met krinkel en streak (tabel VII), waar onder gelijke omstandigheden van de laatste soort minder planten ziek werden dan van de beide andere.

2. Niet optreden van de ziektesymptomen in het eerste jaar na de infektie. Dat dit niet uitgesloten is, wordt reeds vermeld door OORTWIJN BOTJES (77), maar was ook gebleken bij de afstandsproeven beschreven door QUANJER en ELZE (91, blz. 12), toen uit de nateelten in 1923 kon worden opgemaakt, dat 4 moederplanten reeds in 1921 met mozaiek besmet geweest moeten zijn, zonder dat dit in 1922 tot uiting kwam. Het was niet doenlik met deze mogelikheid rekening te houden, daar dit het werk en de benodigde ruimte buitensporig zou vermeerderen.

3. Invloed van de ouderdom der plant. In 1923 was ook 'n groot aantal bladrolinfekties met *M.persicae* niet gelukt. Dit deed het vermoeden rijzen, dat ook de ouderdom der planten van invloed is. In dat jaar hadden nl. de infekties door verschillende omstandigheden eerst laat plaats, ook laat t. o. v. de poottijd der te infekteren planten.

Om na te gaan of planten werkelik bij 't volgroeid raken minder vatbaar worden voor virusziekten, werd in 1925 gebruik gemaakt van 'n serie planten tegelijk gepoot met de planten, welke dienst

deden voor de bepaling van de verspreidingsnelheid van 't virus. Op dezelfde dagen, dat voor deze snelheidsproef van enige planten de top werd afgesneden, werd ter bepaling van de invloed der ouderdom 'n gelijk aantal planten geïnfekteerd, even eens in de geïsoleerde top om infektie van jongere stengels te voorkomen. De planten bleven daarna nog zolang staan, dat 't virus altans bij normaal vatbare planten voldoende gelegenheid had om de knollen te bereiken.

Het resultaat vindt men in tabel XIII; hieruit blijkt, dat bij latere infekties, dus bij oudere planten, de kans op gelukken belangrijk minder wordt. Dit betekent niet, dat besmetting der knollen bij infektie na de bloeitijd volkomen uitgesloten is, maar 't is duidelik, dat de betekenis van insekten, die zich na die tijd sterk vermeerderen zoals cicaden en wantsen en vaak bladluizen, veel geringer moet zijn dan tot nog toe werd aangenomen.

SAMENVATTING.

1. Doel van 't onderzoek was:
   1°. Te bepalen onder welke omstandigheden kweken van gezond pootgoed in 't groot mogelik is.
   2°. Uit de verhouding tussen virus, insekt en plant 'n nader inzicht te verkrijgen in 't wezen van 't virus.
   'n Omschrijving van 't geen men in de Phytopathologie verstaat onder virusziekten is gegeven.

2. Uit 'n overzicht van de literatuur blijkt dat men de virusziekten t. o. v. de rol, die de insekten bij hun verspreiding spelen in de volgende groepen kan indelen:
   1°. Ziekten, welke slechts door één bepaald insekt worden overgebracht. In dit geval schijnt er 'n zeer specifieke verhouding tussen virus en insekt te bestaan.
   2°. Ziekten, welke door meerdere insekten worden overgebracht, maar waarbij bepaalde insekten 'n biezondere rol spelen.
   3°. Ziekten, welke door ieder willekeurig insekt langs mechaniese weg kunnen worden verspreid.
   4°. Ziekten, welke voorzover bekend door geen enkel insekt worden overgebracht.
   Mogelik dat de groepen 2 en 3 tot één verenigd kunnen worden.

3. Uit bovenstaande zeer uiteenlopende aanpassing van de verschillende virussoorten aan de verspreiding door insekten wordt gekonkludeerd dat men met 'n levend organisme heeft te doen.

4. De voornaamste insekten die in Nederland op aardappel voorkomen zijn de bladluizen: *Myzus persicae* SULZ., *Myzus pseudosolani* THEOB., *Macrosiphum solanifolii* ASHM., *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC., *Aphis fabae* SCOP.;
   de cicaden: *Eupteryx auratus* LIV. en *Typhlocyba, solani;*
   de wants: *Lygus pratensis* L.,
   de aardappelaardvlo: *Psylliodes affinis* PAYK.

5. De bladluizen worden in hun verbreiding sterk beïnvloed door klimatologiese omstandigheden, ze zijn in ons land in 't N. en langs de zeekust minder talrijk.

6. Er bestaan aanwijzingen, die door eigen waarnemingen versterkt werden, dat in 't biezonder de beide *Myzus*-soorten als volwassen insekt in de vrije natuur kunnen overwinteren.

7. In de voorzomer leiden de migranten van *M.persicae* op aardappel 'n zwervend leven, waardoor in verhouding tot 't aantal bladluizen 'n onevenredig groot aantal planten wordt bezocht. Hiermee wordt verklaard waardoor de betekenis van bladluizen voor 't verspreiden van aardappelziekten veelal is onderschat.

8. *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC. is identiek met *Aphis solanina* PASS. en *Aphis abbreviata* PATCH.

9. De soorten *Myzus pseudosolani* en *Macrosiphum solanifolii (gei)* zijn nog niet voldoende nauwkeurig beschreven; in 't biezonder dient het bestaan van erfelik gefixeerde rassen nader onderzocht te worden. Dit laatste geldt eveneens voor de soort *Myzus persicae*.

10. Uit de afstandsproeven blijkt de mate van „degeneratie" der aardappelen af te hangen van de talrijkheid der bladluizen, vooral van *M.persicae*. De overige insekten hebben op die achteruitgang weinig invloed.

11. Indien geen bodeminsekten aanwezig zijn, heeft geen verspreiding van virusziekten door de grond plaats.

12. De virusziekten van de aardappel, behalve aucuba bont, kunnen door ieder willekeurig insekt worden overgebracht. Positieve uitkomsten zijn verkregen met de volgende insekten: *M.persicae, M.pseudosolani, A.rhamni, A.fabae, E.auratus, L.pratensis, P.affinis, Mamestra brassicae* en *Tipula paludosa.*

13. 't Ontwikkelingstadium waarin 't insekt verkeert, blijkt van geen invloed te zijn. Ook bestaat er geen onderscheid tussen de verschillende virusziekten in hun verhouding t. o. v. de insekten, met uitzondering van aucuba bont, waarmee infekties door middel van insekten tot nog toe niet gelukt zijn.

14. De bladluizen brengen de ziekte veel gemakkeliker over dan de andere insekten; tussen de bladluizen bestaan in dit opzicht eveneens verschillen.

15. Voorlopige proeven wijzen er op, dat t. o. v. *M.persicae* 't virus 'n incubatietijd moet doormaken; bij vervelling niet verloren gaat; nadat 't insekt de zieke plant verlaten heeft enige tijd in 't insekt in leven blijft; maar niet van moederdier op jong overgaat. Dit geldt vooral voor bladrol.

16. De virusziekten van aardappel moeten tot de 2e groep gerekend worden van de onder punt 2 gegeven indeling.

17. Volgroeide planten zijn minder vatbaar voor virusziekten dan onvolgroeide; daardoor neemt de betekenis van insekten, welke zich in Augustus sterk vermeerderen, belangrijk af.

18. Het virus verspreidt zich in krachtig groeiende planten slechts langzaam naar de knollen. Hierdoor wordt de betekenis van vroeg rooien verklaard.

19. Het zwervend leven van de migranten in de voorzomer en de langzame verspreiding van 't virus door de plant verklaren, waarom in sommige gevallen keuring van gewassen te velde niet tot 't gewenste resultaat leidt.

20. In streken waar veel bladluizen voorkomen, kan men alleen met sukses gezond pootgoed kweken, indien men vroeg rooit.

ENGLISH SUMMARY.

TRANSMISSION EXPERIMENTS WITH INSECTS OF VIRUS DISEASES OF THE POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM L.*)

The object of the research was to gain a better insight into the part which several insects play in the spreading of the virus diseases of the potato and to study the biology of the chief of these insects, in particular the Aphids.

At the same time, an attempt was made to gather more information about the character or nature of the virus through studying the relation between virus and the transmitting insect, because the study of the physiology of the virus, the cultivation of the same, or cytological research of diseased parts of the plants, have not yet led to universal accepted conclusions.

From a study of the literature of what is known about insects as transmitters of virus diseases, appears that one, considering these diseases from an entomological standpoint, can divide them into groups:

1.st Virus diseases which only through one special insect can be spread, e. q. curly top of sugar beet, aster yellows, mosaic and streak disease of sugar cane and maize. By curly top and aster yellows the virus is very strongly adapted to the insect. It is noticeable that of sugar beet the mosaic through other insects is transmitted than curly top, the same is the case with mosaic and streak disease of maize.

2.nd Diseases which are spread by different kinds of insects, but whereby the virus specially is adapted to some particular insects. As example of this we can take spinach blight; perhaps also tobacco mosaic.

3.rd Diseases which, as far as known, can mechanically by every insect be transmitted, whihout any one of these filling any particular roll, e. q. cucumber mosaic.

4.th Diseases which cannot be transmitted by any special insect e. q. little peach, sandal spike, etc. To these the infectious chlorose of *Abutilon* also belongs.

From this review may be concluded that every virus disease, in its own manner, is adapted to the transmitting insect. This is only to be explained, if one considers the virus as a living organism.

From what is known about the spreading of virus diseases of the potato, it is evident that several kinds of Aphids can transmit them. With other insects it is more difficult, up till now only a few trustworthy results have been obtained.

Among the insects that are found on the potato in Holland, the *Myzus persicae* SULZ. is the most numerous. It is noticeable with this Aphid that the spring migrants do not establish any large colonies on the summer hostplants, but after some days, when they have produced 3 tot 5 young ones, leave the plant for another. In that way, they visit a great number of plants, which give them a particular significance as transmitters of virus diseases.

M.persicae is observed over the whole country, but is less numerous in the North and the North-west, as the result of climatic influences. These influences also appear from an experiment undertaken in co-operation with DR. BLATTNY of Prague, over the transmission of leafroll and crincle in several districts. The Aphids were the most numerous in a sheltered part of Bohemia, less numerous in the Moravian highlands, and least in some unprotected experimentplots in Holland. As a result of this the total diseased stems of the next year crop was proportionate to the number of Aphids and not to that of the other insects.

A second Aphid is *Myzus pseudosolani* THEOB. of which only the asexual forms are known. This Aphid is living also, just as the former, in hot houses on various vegetables. I have been able to keep it alive in unwarmed greenhouses during short frost periods of about -10 °C., so that one may assume that this Aphid can live in the free nature, through the winter, in the same way.

Macrosiphum solanifolii ASHM. (*gei* KOCH) is less numerous; the sexual forms of this are not yet observed in Holland.

The exulae of *Aphis rhamni* BOYER DE FONSC. are described by Theobald as *A.solanina* PASS. Spring migrants of *A.rhamni* are succesfully transmitted from *Rhamnus cathartica* to the potato, and fall migrants of *A.solanina*, originating from potato,

back to *R.cathartica*. From the description Edith PATCH gives of *Aphis abbreviata*, it appears this is identical with *A.rhamni*.

As fifth Aphid is found, especially in the South, *Aphis fabae* SCOP., whilst *Tychea phaseoli* PASS. is seen occasionally on roots.

Of other Hemiptera the most numerous are the jassids *Eupteryx auratus* LIV. and *Typhlocyba solani* (*Chlorita flavescens* FAB. or *C.viridula* FALL.?) and the plantbug *Lygus pratensis* L. They are everywhere just as numerous, and are mostly to be found in great quantities in the late summer.

Of the remaining insects only the potato flea-beetle *Psylliodes affinis* PAYK. is of any importance.

Transmission experiments.

From all used plants pieces of the tuber were previously planted, to have the certainty that only healthy plants were experimented with.

Together with the plants isolated in insect cages on which virus bearing insects were transmitted, some plants were cultivated, wholly free from insects, as a control that these cages were sufficient to meet the demands asked of them, and that the untreated plants remained healthy. On some plants Aphids were brought which, up to that time, had not sucked on diseased plants, to control that these Aphids did not carry any disease.

The most experiments were done with individually isolated plants, later mass-infection was applied in good isolated green houses and in the winter sprouting tubers were infected.

The diseases which were experimented with, were leafroll, common mosaic, crincle, stipple streak, interveinal mosaic, aucuba mosaic, and spindling sprout, so as described by QUANJER.

Some experiments with leafroll and crincle were taken, whereby healthy tubers in boiled soil were planted together with diseased tubers of another variety; the disease did not pass over to the healthy plant in any one of these cases. Two of the four plants which were treated in the same manner, but whereby also some leather jackets (*Tipula paludosa* MGN.) were added, got leafroll, so that soil insects can transmit this disease.

With the above mentioned diseases infections were carried out with *Myzus persicae, Myzus pseudosolani, Aphis rhamni, Aphis fabae, Eupteryx auratus, Typhlocyba solani, Lygus pratensis,*

Psylliodes affinis and *Mamestra brassicae*, named in the tables III—VIII, and summarised in table IX.

All these insects possess the power to transmit one or more of these diseases, only with aucuba mosaic it was impossible. For the rest, it is shown that no one of these diseases differed in their behaviour to the insects; so far infections have not succeeded, must this be due to too few experiments.

With Aphids it appeared further that the number of insects used is not of much importance, also the development stage is of no great influence.

It is shown that infection with other insects than Aphids was always more difficult to accomplish than with the latter. But also between Aphids were differences, with *Aphis fabae* few results were obtained; the infecting power of *Myzus persicae* was the greatest.

Leafroll was of all diseases the easiest to transmit.

With the experiments noted in table VII, the results were confirmed of ATANASOFF that with the variety Bravo streak appears as crincle; also pure crincle can attack Bravo. With experiments with spindling sprout, leafroll was also transmitted; the results show really that this must be regarded as a special disease.

Concerning the specific relation between insect and virus, the relation between *M.persicae* and leafroll was, first of all, examined.

The experiments mentioned under table X point to the existence of an incubation period in the insect between 24 and 48 hours.

Aphids which had lived 7 and 10 days on an unsusceptible plant (spinach), after they had left the diseased potato plant, were brought on healthy ones. In two cases the latter became diseased.

It appeared that the virus from the mother-insect cannot be transmitted to the young ones.

However as some experiments showed, the virus is not lost, when a virus-bearing Aphid casts its skin (table XI).

The speed of transmission of the virus in downward direction was studied by plants infected at the top with virus bearing aphids, on the same day; afterwards the top end of the stalk was taken away at certain times. It appeared that only after 10 days the virus was carried so far, that cutting off of the half of

the stalk, no longer hindered the transport to the tuber. By young strong growing plants was this the case after 3 weeks (table XII). One may thus suppose that the reaching of the tubers, at least, lasted 4 weeks.

The susceptibility of plants of varying degrees of age was fixed by infecting every week a number of plants with virus bearing Aphids and allow them to grow till harvest time. The plants in the first weeks infected, thus young plants, became diseased, those from the last weeks remained healthy (table XIII). From this one may conclude that all insects which increase in the late summer, are of little importance.

LITERATUURLIJST.

1. ALLARD, H. A. The mosaic disease of tobacco. U. S. Dept. Agr. Bull. 40. 1914, 33 blz.
2. —— Effect of dilution upon the infectivity of the virus of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 3, 1915: 295—299.
3. —— Some properties of the virus of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 6, 1916: 649—674.
4. —— Further studies of the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 10, 1917: 615—632.
5. —— Effects of various salts, acids, germicides etc. upon the infectivity of the virus causing the mosaic disease of tobacco. Journ. Agr. Res. 13, 1918: 619—637.
6. ARKWRIGHT, J. A. Virus diseases of animals. The Ann. Appl. Biol. 10, 1923: 55—69.
7. ATANASOFF, D. Stipple-streak disease of potato. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 32.
8. —— Methods of studying the degeneration diseases of potato. Phytopathology 14, 1924: 521—533.
9. —— The stipple-streak disease of potato. A complex problem. Bull. Bulg. Bot. Soc. 1, 1926: 43—52.
10. BAILEY, ERVING W. Slime bodies of *Robinia pseudo-acacia* L. Phytop. 13, 1923: 232—233.
11. BAKER, A. C. Generic classification of the Hemipterous family *Aphididae*. U. S. Dept. Agric. Bull. 826, 1920.
12. BALL, E. D. The leafhoppers of the sugarbeet and their relation to the „curly-leaf" condition. U. S. Dept. Agr., Bur. Ent., Bull. 66, 1910: 33—52.
13. BAUR, E. Weitere Mitteilungen über die infektiöse Chlorosen der *Malvaceen* und über einige analoge Erscheinungen bei *Ligustrum* und *Laburnum*.
    Ber. Deutsche Bot. Ges. 24, 1906: 416—428.
    25, 1907: 410—413.
    26, 1908: 711—713.

14. BEYERINCK, M. W. Ueber ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. Verhand. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 2 sectie, 6, 1898, 22 blz.

15. BLAKE, M. A., COOK, M. F. and CONNORS, C. H. Recent studies on Peach Yellows and Little Peach. New Yersey Agric. Exp. Stat., Bull. 356, 1921.

16. BLAKESLEE, A. F. A graft-infectious disease of *Datura stramonium* resembling a vegetative mutation. Journ. of genetics 11, 1921: 14—36.

17. BONCQUET, P. A. & STAHL, C. F. Wild vegetation as a source of the curly-top infection of sugar beets. Journ. Econ. Ent. 10, 1917: 392—397.

18. BÖNIG, K. Die Mosaikkrankheit der Rübe. Forsch. a. d. Gebiet der Pflanzenkrankh. u. s. w. 3. Heft 1927: 81—128.

19. BÖRNER, C. & BLUNCK, H. Zur Kenntnis des Kartoffelerdflohs. Der Kartoffelbau 3, 1919.

20. BÖRNER, C. Über Fernflüge von Blattläusen nach Beobachtungen auf Memmert und Helgoland. Verh. Deutsch. Ges. angew. Ent. 1922: 27—35.

21. —— Züchtung der Homopteren. Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Abt. 9, Teil I/II: 215—270.

22. BRANDES, E. W. The mosaic disease of sugar-cane and other grasses. U. S. Dept. Agric. Bull. 829, 1919.

23. —— Artificial and insect transmission of sugar-cane mosaic. Journ. Agric. Res. 19, 1920: 131—138.

24. —— Mosaic disease of corn. Journ. Agric. Res. 19, 1920: 517—521.

25. —— Mechanics of inoculation with sugar-cane mosaic by insect vectors. Journ. Agric. Res. 23, 1923: 279—284.

26. —— & KLAPHAAK, P. J. Cultivated and wild hosts of sugarcane or grass mosaic. Journ. Agr. Res. 24, 1923: 242—267.

27. CARNSNER, EUBANKS. Susceptibility of various plants to curly-top of sugar beet. Phytopathology 9, 1919: 413—421.

28. —— & STAHL, C. F. Studies on curly-top disease of the sugar beet. Journ. Agr. Res. 28, 1924: 297—320.

29. CHAPMAN, G. H. Mosaic disease of tobacco. Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 175, 1917: 74—117.
30. CHARDON, CARLOS E. y VEVE, RAFAEL A. Sobre la transmission del matizado de la cana por medio de insectos. Rev. Agr. Puerto Rico 9, 1922: 9—20.
31. —— The transmission of sugar cane mosaic by *Aphis maidis* under field conditions in Porto-Rico. Phytopathology 13, 1923: 24—29.
32. COLEMAN, LESLIE C. Transmission of sandal spike. Indian Forest 49, 1923: 6—9.
33. DAVIDSON, J. Biological studies of *Aphis rumicis* L. Scient. Proc. R. Dubl. Soc. 16, N. S. 1921.
34. DICKSON, B. T. Studies concerning mosaic diseases. Macdonald Coll. Canada Tech. Bull. 2, 1922.
35. —— Further studies on mosaic I. Phytopathology 12, 1922: 42.
36. —— Mosaic studies IV. Phytopathology 14, 1924: 346.
37. DOOLITTLÉ, S. P. The mosaic disease of cucurbits. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. 879, 1920.
38. —— & WALKER, M. N. Further studies on the overwintering and dissemination of cucurbit mosaic. Journ. Agr. Res. 31, 1925: 1—58.
39. —— & JONES, F. R. The mosaic disease in the garden pea and other legumes. Phytopathology 15, 1925: 763—772.
40. ECKERSON, SOPHIA H. An organism of tomato mosaic. Bot. Gaz. 81, 1926: 204—209.
(Contributions from Boyce Thompson Inst. etc. Vol. 1, 1926: 109—114).
41. FAWCETT, G. L. Encrespamiento de las hojas de la remolacha azucarera (Curly leaf of sugar beet). Rev. Indust. y Agric. de Tucumán (Argentinië) 16, 1925: 39—46.
42. FREIBERG, G. W. Studies on the mosaic diseases on plants. Ann. Miss. Bot. Gard. 4, 1917: 175—232.
43. GAUMONT, L. Les pucerons de la pomme de terre. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 65.
44. GODDARD, E. J. Bunchy top in bananas. Cause and nature of disease. Report of investigation committee. Queensland Agr. Jl. 24, 1925: 424—429.

45. GOLDSTEIN, BESSIE. Cytological studies of living cells of tobacco plants affected with mosaic disease. Bull. Torrey Bot. Club 51, 1924: 261—274.

46. GOOT, P. v. d. Beiträge zur Kenntnis der Holländischen Blattläuse.
Tjeenk Willink & Zn. Haarlem
R. Friedländer & Sn. Berlin } 1914.

47. —— Aanteekeningen over aardappelcultuur en virusziekten in Ned.-Indië. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 167—178.

48. GRAM, E. Forsog med avlsstedets indflydelseopaa kartoffelens bladrullesyge. (Experiments in environmental influence on the leafroll disease of potatoes.) Tidsskrift for Planteavl 28, 1922: 769—806.

49. GRANOVSKY, A. A. Studies on leafhopper injury to apple leaves. Phytopathology 16, 1926: 413—422.

50. HEINTZEL, K. Contagiöse Pflanzenkrankheiten ohne Microben unter besonderer Berücksichtigung der Mosaikkrankheit des Tabaksblattes. Inaug. Diss. Erlangen 1900.

51. HORSFALL, J. L. Life history studies of *Myzus persicae* SULZER. Pennsylvania Agr. Exp. Stat. Bull. 185, 16 blz., 1924.

52. HUNGER, F. W. T. Untersuchungen und Betrachtungen über die Mosaik-Krankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 15, 1905.

53. IWANOWSKY, D. Über die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 13, 1903: 1—41.

54. JAGGER, J. C. A transmissible mosaic disease of lettuce. Journ. Agric. Res. 20, 1921.

55. KERMORGANT, Y. Annales de l'Inst. Pasteur. 1925: 565—628.

56. KOESLAG, J. D. De pootgoedverwisselingsproeven met Eigenheimers van het Centraal Comité in 1920 en 1921. Cultura 34, 1922: 94—108.

57. KOTILA, J. E. Leafhopper injury to potatoes. Agric. Exp. Stat. Michigan Agric. Coll. Techn. Bull. 56, 1922.

58. —— and COONS, G. H. Trypanosome-like bodies in Solanaceous plants. Phytopathology 12, 1923: 324—325.

59. KUNKEL, L. O. Ameboid bodies associated with *Hippeastrum* mosaic. Science N.S. 55, 1922: 73.
60. —— Insect transmission of yellow stripe disease. Hawaiian Planters' Record 26, 1922: 58—64.
61. —— Studies on Aster yellows. Amer. Jl. Bot. 13, 1926: 646—705.
62. —— The corn mosaic of Hawaii distinct from sugar cane mosaic. Phytopathology 17, 1927: 41.
63. MASSEE, A. M. Part IV, Entomology, Programme of research with brief progress reports.
Ann. Rept. East Malling Res. Stat. 1924, 1925: 139—142.
64. McCLINTOCK, J. A. & SMITH, LOREN, B. True nature of spinach-blight and relation of insects to its transmission. Journ. Agr. Res. 14, 1918: 1—59.
65. McCLINTOCK, J. A. Peach rosette, an infectious mosaic. Journ. Agr. Res. 24, 1923: 307—316.
66. McKINNEY, H. H. & ECKERSON, SOPHIA H. The intercellular bodies associated with the rosette disease and a mosaiclike leaf mottling of wheat. Journ. Agr. Res. 26, 1923: 605—608.
67. McKINNEY, H. H. A mosaic on winter wheat and winter rye. Phytopathology 15, 1925: 495—496.
68. MULVANIA, M. Cultivation of the virus of tobacco mosaic by the method of Olitsky. Science N.S. 62, 1925: 37.
69. —— Studies on the nature of the virus of tobacco mosaic. Phytopathology 16, 1926: 853—871.
70. MURPHY, PAUL A. On the cause of rolling in potato foliage and on some further insect carriers of the leaf-roll disease. The Scient. Proc. R. Dubl. Soc. 17 (N.S.) 1923: 163—184.
71. MURPHY, P. A. & McKAY, R. Investigations of the leafroll and mosaic diseases of the potato. Jl. Dept. Agr. & Techn. Instr. Ireland 23, 1924: 344—364.
72. —— Methods for investigating the virus diseases of the potato, and some results obtained by their use. Scient. Proc. R. Dublin Soc. 18 (N.S.) 1926: 169—184.
73. NELSON, R. Transference of the bean-mosaic virus by *Macr. solanifolii* Science N.S. 56: 342—344.

74. OGFEMIA, G. O. Progress report on bunchy-top of abaca or Manila hemp. Phytopathology 16, 1926: 894.
75. OLITSKY, P. K. The transfer of tobacco and tomato mosaic dicease by the *Pseudococcus citri*. Science N.S. 62, 1925: 442.
76. —— Experiments on the cultivation of the active agent of mosaic disease in tobacco and tomato plants. Jl. Exper. Med. 41, 1925: 129—136.
77. OORTWIJN BOTJES, J. G. De bladrolziekte van de aardappelplant. Diss. Landbouwhogeschool, Wageningen, 1920.
78. —— The Potato selection farm at Oostwold. Rep. Internat. Conf. Phytop. and Econ. Ent. 1923: 142.
79. —— Het gebruik van onrijpe aardappelknollen als pootgoed. Cultura 35, 1923: 279—288.
80. PALM, B. T. De mozaiekziekte van tabak een chlamidozoönose? Bull. Deliproefstat. 15, 1922, 10 blz.
81. PATCH, EDITH M. Rose bushes in relation to potato-culture. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 303, 1921.
82. —— Aphid pests of Maine. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 202, 1912: 170—171.
83. —— The Buckthorn Aphid (*Aphis abbreviata* PATCH). Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 317, 1924: 29—52.
84. —— Potato aphids. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 323, 1925: 9—36.
85. PLAKIDAS, A. G. Strawberry „Yellows" a degeneration disease of the strawberry. Phytopathology 16, 1926: 423—428.
86. PURDY, HELEN A. Attempt to cultivate an organism from tomato mosaic. Bot. Gaz. 81, 1926: 210—217.
(Contrib. fr. Boyce Thompson Inst. I, 1926: 146—153).
87. QUANJER, H. M. Le dépaysement de la pomme de terre et le puceron. XIe Congr. Internat. d'Agric. 1923, Tome II: 88—93.
88. —— Een proef over de beteekenis van ziekten en ziekteverspreiding bij de pootgoedverwisseling, genomen door het Instit. v. Phytop. in 1920 en 1921. Cultura 34, 1922: 135—141.
89. —— General remarks on potato diseases of the curl type. Rep. Internat. Conf. Phytop. & Econ. Ent. 1923: 22.

90. QUANJER, H. M. Vergelijking tusschen de gezondheidstoestand van Schotsche- en Noord-Hollandsche pootaardappelen. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 7—10.

91. —— en ELZE, D. L. Achteruitgang van pootgoed van gelijke afstamming in de verschillende vroege-aardappeldistricten. Tijdschr. o. Plantenz. 31, 1925: 11—14.

92. RAMSINE, S. Sur les formes filtrables des streptococces et sur la nature de la toxine de Dick. Compt. Rend. Soc. Biol. 94, 1926: 1010—1012.

93. RAND, F. V. and PIERCE, W. D. A coördination of our knowledge of insect transmission in plant and animal diseases. Phytopathology 10, 1920: 189—231.

94. RANKIN, W. H., HOCKEY, J. F. & McCURRY, J. B. Leaf curl and mosaic of the cultivated red raspberry. Phytopathology 12, 1922: 5—8.

95. ROBBINS, W. W. Mosaic disease of sugar beets. Phytopathology 11, 1921: 349—365.

96. SCHAFFNIT, E. Zur Erforschung der Mosaikkrankheiten. Angewandte Bot. 7, 1926: 304—313.

97. SCHULTZ, E. S. A transmissible mosaic disease of chinese cabbage, mustard and turnip. Journ. Agric. Res. 22, 1921: 173—177.

98. —— FOLSOM, D., HILDEBRANDT, F. M. and HOWKINS, L. A. Investigations on the mosaic disease of the Irish potato. Journ. Agric. Res. 17, 1919.

99. SCHULTZ, E. S. and FOLSOM, D. Transmission of the mosaic disease of Irish potatoes. Journ. Agric. Res. 19, 1919: 315—337.

100. —— Leafroll, net-necrosis and spindling-sprout of Irish potato. Journ. Agric. Res. 21, 1921.

101. —— Transmission, variation and control of certain degeneration diseases of Irish potatoes. Journ. Agric. Res. 25, 1923: 43—118.

102. —— Infection and dissemination experiments with degeneration diseases of potatoes. Observations in 1923. Journ. Agric. Res. 30, 1925: 493—528.

103. SEVERIN, H. H. P. Minimum incubation periods of causative agent of curly-leaf in beet-leafhopper and sugarbeet. Phytopathology 11, 1921: 424—429.

104. SEVERIN, H. H. P. Curly leaf transmission experiments. Phytopathology 14, 1924: 80—93.
105. SHAW, H. B. The curly top of beets. U. S. Dept. Agr., Bur. Pl. Ind., Bull. 181, 1910.
106. SMITH, C. E. Transmission of cowpea mosaic by the bean leaf beetle. Science N.S. 60, 1924: 268.
107. SMITH, F. T. The relation of insects to the transmission of raspberry leaf curl. Jl. Exon. Ent. 18, 1925: 509—513.
108. SMITH, K. M. A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effects upon the plant tissue, with special reference to the potato plant. Ann. Appl. Biol. 13, 1926: 109—139.
109. —— Observations on the insect carriers of mosaic disease of the potato. Ann. Appl. Biol. 14, 1927: 113—130.
110. SMITH, RALPH E. & BONQUET, P. A. Connection of a bacterial organism with curly leaf of the sugar beet. Phytopathology 5, 1915: 335—341.
111. STAHEL, G. De zeefvatenziekte (Phloëemnecrose) van de Liberia koffie in Suriname, Meded. Dept. v. d. Landb. in Suriname, N°. 11, 1917.
112. STAHL, C. F. & CARSNER, EUBANKS. Obtaining leafhoppers nonvirulent as to curly top. Journ. Agric. Res. 14, 1918: 393—394.
113. —— Studies on the life history and habits of the beet leafhopper. Journ. Agr. Res. 20. 1920: 245—252.
114. —— & CARSNER, EUBANKS. A discussion of *Eutettix tenella* BAKER as a carrier of curly-top of sugar beets. Jl. Econ. Ent. 16, 1923: 476—479.
115. STOREY, H. H. & BOTTOMLEY, A. M. Transmission of a rosette disease of the ground nut. Nature 116, 1925: 97—98.
116. —— The transmission of streak disease of maize by the leafhopper, *Balclutha mbila* NAUDE. Ann. Appl. Biol. 12, 1925: 422—439.
117. —— Streak disease of sugar-cane. Dept. Agr. U.S. Africa. Sc. Bull. 39, 1925: 30.
118. TAKAMI, N. Stunt disease of rice and *Nephotettix apicalis*. Jl. Agric. Soc. Japan 241, 1901: 22—30.
119. TAUBENHAUS, J. J. Mosaic disease of the Sweet Pea. Del. Coll. Agr. Exp. Stat. Bull. 106, 1914: 53—61.

120. THEOBALD, F. V. The Aphides attacking the potato. S. E. Agric. Coll. Wye. (Advisory & Res. Dept.) 1922.

121. THEOBALD, F. V. The plant lice or *Aphididae* of Great Britain Vol. I, IX + 372 blz. 1926.

122. THOMPSON, MABYN. The soil population. An investigation of the biology of the soil in certain districts of Aberystwyth. Ann. Appl. Biol. 11, 1924: 349—394.

123. WHETZEL, H. H. Report of the plant pathologist for the period Jan. 1st to May 31st 1922. Rept. Board & Dept. Agr. Bermuda for the year 1922.

124. WHITEHEAD, T. Potato leaf-roll and degeneration in yield. Ann. Appl. Biol. 11, 1924: 31—41.

125. WILBRINK, G. Een onderzoek naar de verbreiding der gelestrepenziekte door bladluizen. (Arch. Suikerind. Ned.-Ind.) Meded. proefst. Java suikerind. 1922, N°. 10.

126. WILCOX, R. B. & SMITH, F. T. Transfer of mosaic disease from red to black raspberries. Phytopathology 14, 1924: 55.

127. WOODS, A. F. Stigmonose, a disease of carnations and other pinks. U. S. Dept. Agric. Div. Veg. Physiol. and Path., Bull. 19, 1900.

128. —— Observations on the mosaic disease of tobacco. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 18, 1902, 24 blz.

TABELLEN.

TABEL II.

KONTROLLE OP HET ONTBREKEN VAN ZIEKTEKIEMEN BIJ DE GEBRUIKTE BLADLUIZEN.

Soort.	Jaar.	Nummer der plant.	Gezondheids-toestand van de nateelt.	Herkomst van de gebruikte insekten.
M. persicae	1923	16 a	gezond	Vinca major
		24 d	„	16 a
		7 d	„	aardappel
		6 f	„	7 d
		40 d	„	6 f
	1924	1 c	„	spinazie
		60 b	bladrol	spinazie
	1925	29 a	gezond	perzik
		82 a	„	29 a
		2 a	„	perzik
		27 a	„	spinazie
	1926	268	„	spinazie
		270	„	268
		419	„	spinazie
		36	„	spinazie
		37	„	270
M. pseudosolani . .	1923	5 g	gezond	sla
		18 f	„	tomaat
		36 g	„	18 f
		45 f	„	5 g
		32 a	„	36 g
	1924	29 b	„	tomaat
	1925	26 a	„	aardappel
		25 a	„	aardappel
		9 a	„	aardappel
		11 a	„	aardappel
	1926	33 & 34	„	spinazie
		49 & 50	„	33
		266	„	34
		269	„	49 en 50
		2 b	„	266
		40	„	2 b
A. rhamni.	1923	10 b	gezond	Rhamnus cathartica
		13 e	„	10 b
		7 a	bladrol	13 e
	1924	31 b	gezond	Phaseolus vulgaris
	1925	23 a	„	Rumex-sp.
		80 a	„	23 a
	1926	68	„	Rhamnus cathartica
		84	„	Rhamnus cathartica
		267	„	84
		4 b	„	267
		38	„	4 b
A. fabae (rumicis) .	1924	44 b	gezond	Vicia faba
		16 b	„	distel
		12 b	„	Solanum nigrum
	1925	10 a	„	Rumex-sp.
		22 a	„	Rumex-sp.

TABEL IIIA.

STENGELINFEKTIES MET BLADROL.

Gebruikte insekten: soort.	vorm.	aantal.	Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
Myzus persicae . . .	willekeurig	veel	27. 8.'22	bladrol
	dito	dito	20. 8.'22	dito
	dito	20	23. 6.'22	dito
	dito	15	28. 6.'22	dito
	dito	38	4.10.'22	dito
	dito	18	6.10.'22	dito
	dito	weinig	4. 7.'23	gezond
	dito	20	10. 8.'23	bladrol
	volwassen	60	12. 8.'25	dito
	larven	13	14. 8.'25	dito
	larven 3e stad.	veel	15. 8.'25	dito
M. pseudosolani. . .	willekeurig	veel	18. 6.'23	bladrol
	dito	dito	25. 6.'23	dito
	dito	dito	7. 7.'23	gezond
	dito	dito	9. 7.'23	bladrol
	volwassen	5	6. 8.'24	dito
	willekeurig	veel	21. 1.'26	8 bladrol 12 gezond
	dito	dito	29. 3.'26	9 bladrol 13 gezond
A. rhamni	willekeurig	veel	5. 7.'23	gezond
	dito	25	10. 8.'23	dito
	dito	25	10. 8.'23	bladrol
	dito	veel	17. 6.'25	gezond
	gevleugeld	3	22. 8.'25	dito
	ongevleugeld	14	22. 8.'25	dito
	dito	20	22. 8.'25	dito
	larven	30	22. 8.'25	bladrol
	nymfen	3	22. 8.'25	dito
	nymfen (♂)	4	6.10.'25	gezond
	dito	4	6.10.'25	dito
	dito	4	6.10.'25	dito
	dito	4	6.10.'25	bladrol
	gevleugeld	2	6.10.'25	dito
	gevleugeld	3	6.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	6.10.'25	gezond

TABEL IIIA (Vervolg).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateeit.
soort.	vorm.	aantal.		
A. rhamni	ongevleugeld	3	6.10.'25	gezond
	willekeurig	veel	27. 9.'25	7 bladrol 15 gezond
Aphis fabae	ongevleugeld	4	6. 7.'23	gezond
	willekeurig	35	11. 8.'23	dito
	larven	30	11. 8.'23	dito
	willekeurig	60	21. 9.'23	dito
	dito	veel	17. 6.'25	bladrol?
	dito	dito	17. 6.'25	krinkel
	dito	dito	17. 6.'25	bladrol?
Eupteryx auratus . .	volwassen	50	11. 9.'22	gezond
	dito	enkele	6. 7.'23	dito
	dito	5	10. 8.'23	dito
	dito	6	16. 8.'23	dito
	dito	10	13. 9.'23	bladrol
	dito	6	14. 9.'23	gezond
	dito	enkele	11. 7.'24	dito
	dito	5	18. 7.'24	dito
	larve	1	15. 7.'26	dito
	volwassen	veel	30. 8.'24	4 bladrol 11 gezond
	dito	dito	22. 7.'25	4 bladrol 13 gezond
Typhlocyba solani . .	volwassen	enkele	11. 7.'24	gezond
	dito	dito	18. 7.'24	dito
	dito	dito	24. 7.'25	dito
	dito	dito	25. 8.'25	dito
Lygus-sp.	volwassen	5	20. 9.'23	gezond
	dito	11	20. 9.'23	dito
	dito	13	13. 9.'23	bladrol
	dito	meerdere	11. 7.'24	gezond
	dito	4	21. 7.'24	dito
	dito	veel	23. 9.'24	1 bladrol 14 gezond
	dito	dito	15. 7.'25	6 bladrol 3 gezond
	dito	dito	15. 7.'25	2 bladrol 7 gezond

TABEL IIIA (Vervolg).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Psylliodes affinis . .	kever	30	18. 5.'22	gezond
	dito	40	20. 5.'22	dito
	dito	meerdere	6. 6.'24	bladrol
	dito	dito	6. 6.'24	dito
	dito	dito	6. 6.'24	dito
	dito	dito	6. 6.'24	gezond
	dito	5	21. 8.'25	dito
	dito	6	21. 5.'26	dito
	dito	8	25. 5.'26	dito
	dito	6	25. 5.'26	dito
	dito	7	25. 5.'26	dito
	dito	10	31. 5.'26	dito
	dito	4	4. 6.'26	dito
	dito	2	9. 7.'26	dito

TABEL IIIB.

KNOLINFEKTIES MET BLADROL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	larven 1e en 2e stadium	10	16. 2.'26	bladrol
	dito	45	19. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
	dito	7	27. 2.'26	dito
Myzus pseudosolani .	gevleugeld	2	2. 2.'26	gezond
	ongevleugeld	15	3. 3.'26	bladrol
	gevleugeld	3	25. 3.'26	dito
	ongevleugeld	5	25. 3.'26	dito
	gevleugeld	2	25. 3.'26	dito
	larven 3e en 4e stadium	10	25. 3.'26	dito
	gevleugeld	1	30. 3.'26	dito
	gevleugeld	1	31. 3.'26	gezond

TABEL IV.

STENGEL INFEKTIES MET MOZAIEK.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	ongevleugele	40	8. 7.'24	mozaiek
	gevleugeld	5	9. 7.'24	gezond
	dito	10	9. 7.'24	dito
	dito	20	9. 7.'24	dito
	verschillend	veel	15. 6.'25	dito
	dito	dito	15. 6.'25	dito
	dito	dito	15. 6.'25	mozaiek
	volwassen	10	3. 7.'25	dito
	dito	10	10. 7.'25	dito
	dito	10	17. 7.'25	dito
	verschillend	veel	22. 3.'26	16 mozaiek 6 gezond
Myzus pseudosolani .	verschillend	enkele	15. 7.'23	gezond
	dito	30	2. 8.'23	dito
	nymfen	2	10.10.'25	dito
	dito	2	10.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	10.10.'25	dito
	dito	5	10.10.'25	dito
	gevleugeld	veel	17. 2.'27	mozaiek
	ongevleugeld	veel	17. 2.'27	dito
Aphis fabae	volwassen	14	22. 6.'25	gezond
	larven	30	22. 6.'25	dito
	dito	30	22. 6.'25	mozaiek
	larven	20	22. 6.'25	dito
Psylliodes affinis . .	kever	meerdere	16. 6.'25	bladrol
		dito	16. 6.'25	gezond
		dito	16. 6.'25	bladrol en mozaiek
		dito	16. 6.'25	bladrol
Mamestra brassicae .	rups	veel	3. 7.'25	alle (6) moz.
		dito	3. 7.'25	dito

TABEL V A.

STENGEL INFEKTIES MET KRINKEL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	volwassen	20	29. 6.'22	gezond
	willekeurig	veel	25. 8.'22	dito
	volwassen	15	11. 6.'24	krinkel
	dito	15	11. 6.'24	dito
	dito	15	11. 6.'24	streak
	willekeurig	veel	10. 3.'26	10 streak 12 gezond
	ongevleugeld	6	26. 5.'26	gezond
	larven	14	26. 5.'26	dito
	dito	14	26. 5.'26	dito
	gevleugeld	veel	2. 7.'26	streak
	nymfen	6	30. 7.'26	gezond
	dito	15	31. 7.'26	streak
	dito	15	3. 8.'26	gezond
Myzus pseudosolani .	volwassen	6	29. 6.'22	gezond
	willekeurig	enkele	13. 7.'23	dito
	dito	15	23. 8.'23	dito
	larven	5	8.10.'25	dito
	dito	5	8.10.'25	dito
	nymfen	4	10.10.'25	dito
	dito	4	10.10.'25	dito
	ongevleugeld	3	7.10.'25	krinkel
	gevleugeld	2	8.10.'25	gezond
	ongevleugeld	5	8.10.'25	krinkel
Aphis rhamni. . . .	willekeurig	veel	23. 7.'23	gezond
	dito	dito	6. 8.'23	dito
	dito	dito	6. 8.'23	dito
	dito	dito	23. 8.'23	dito
	dito	dito	23. 8.'23	dito
Cicaden	volwassen	veel	19. 8.'26	4 krinkel 16 gezond
Psylliodes affinis . .	kever	10	28. 5.'26	gezond
		10	28. 5.'26	dito
		10	28. 5.'26	gezond?
		4	28. 5.'26	krinkel?
		10	14. 6.'26	gezond

TABEL V B.

KNOLINFEKTIES MET KRINKEL.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	gevleugeld	3	1. 2.'26	gezond
	dito	5	1. 2.'26	krinkel
	ongevleugeld	5	1. 2.'26	gezond
	gevleugeld	3	1. 3.'26	dito
	dito	3	1. 3.'26	krinkel
	ongevleugeld	5	1. 3.'26	gezond
	dito	5	1. 3.'26	krinkel
	dito	12	2. 3.'26	dito
	gevleugeld	3	13. 3.'26	gezond
	dito	3	23. 3.'26	dito
	dito	3	31. 3.'26	dito
	larven 1e & 2e stadium	veel	27. 4.'26	streak
	ongevleugeld	5	27. 4.'26	gezond
	dito	5	27. 4.'26	dito
	larven 1e & 2e stadium	5	28. 4.'26	dito
	dito	5	28. 4.'26	dito
	larven 3e stadium	5	28. 4.'26	streak
	dito	5	28. 4.'26	gezond

TABEL VI.

STENGELINFEKTIES MET STIPPEL-STREEP (STREAK).

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheids toestand van de nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . . .	verschillend	14	4. 9.'23	gezond
	dito	50	4. 9.'23	dito
	dito	4	24. 7.'24	dito
	dito	4	29. 7.'24	dito
	larven 1e en 2e stadium	20	4. 8.'24	dito
	volwassen	23	4. 8.'24	dito
	dito	4	4. 8.'24	dito
	dito	10	2. 6.'26	streak
	dito	10	2. 6.'26	gezond
	dito	10	2. 6.'26	streak
	dito	10	2. 6.'26	gezond
	dito	20	2. 6.'26	streak
	larven	veel	2. 6.'26	gezond
Myzus pseudosolani .	verschillend	6	10. 8.'23	gezond
	dito	1	4. 9.'23	dito
	dito	40	4. 9.'22	dito
	dito	40	4. 9.'23	dito
Aphis rhamni. . . .	verschillend	7	10. 8.'23	gezond
	dito	15	11. 8.'23	dito
	dito	12	4. 9.'23	dito
	dito	12	4. 9.'23	dito
Psylliodes affinis . .	kever	4	10. 6.'26	gezond
		4	20. 8.'26	dito
		4	20. 8.'26	dito
		4	25. 8.'26	dito
		4	25. 8.'26	dito
Eupteryx auratus . .	larven	enkele	20. 8.'26	gezond
	dito	dito	25. 8.'26	dito

TABEL VII.

KRINKEL EN STREAK INFEKTIES MET VERSCHILLENDE AARDAPPELSOORTEN.

Insekt.	Datum van infektie.	Infektiebron.	Geïnfekteerde soort.	Nateelt.
Myzus persicae.	20. 5.'26	Bravo krinkel (streak)	Schotse Muis	6 streak 3 gezond
			Bravo	4 krinkel 3 gezond
			Paul Kruger	alle gezond
Aphis rhamni .	6. 7.'26	Bravo zuiver krinkel	Schotse Muis	5 krinkel 2 gezond
			Bravo	3 krinkel 5 gezond
			Paul Kruger	4 krinkel 4 gezond
Aphis rhamni .	22. 7.'26	Zeeuwse blauwe streak	Schotse Muis	5 streak 7 gezond
			Bravo	3 krinkel 2 gezond
			Paul Kruger	alle gezond

TABEL VIII.

A. SPINDLING SPROUTS INFEKTIES.

Gebruikte insekten:			Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van nateelt.
soort.	vorm.	aantal.		
Myzus persicae . .	verschillend	veel	7. 7.'23	sp. sprouts en bladrol
	dito	dito	7. 7.'23	gezond
	dito	dito	15. 7.'23	bladrol
	dito	dito	15. 7.'23	dito
	dito	enkele	31. 7.'23	sp. sprouts
	dito	25	23. 8.'23	bladrol
	dito	3	23. 8.'23	gezond
	dito	10	3. 5.'24	8 gezond
B. TUSSENNERVIG MOZAIEK.				
Myzus persicae . .	verschillend	veel	1. 8.'24	gezond
	volwassen	17	6. 8.'24	dito
	verschillend	veel	7. 4.'26	7 tussenn. moz. 15 gezond
Myzus pseudosolani :	verschillend	enkele	14. 7.'23	gezond
	dito	60	30. 7.'23	dito
	dito	8	22. 8.'23	dito
Aphis fabae	verschillend	12	11. 7.'22	gezond
	dito	25	11. 7.'22	dito

TABEL IX.

SAMENVATTING INFEKTIEPROEVEN.

Gebruikte insekten.	Bladrol.	Mozaiek.	Krinkel.	Streak.	Tussenn. mozaiek.	Aucuba bont.	Spindl. sprouts.
M.persicae . .	+	+	+	+	+	—	+
M.pseudosolani.	+	+	+	—	—	—	0
A.rhamni . . .	+	0	+	+	0	—	0
A.fabae . . .	+?	+	0	0	—	0	0
E.auratus . . .	+	0	+	—	0	0	0
T.solani . . .	—	0	+	0	0	0	0
L.pratensis . .	+	0	0	0	0	0	0
P.affinis . . .	+	+?	+?	—	0	0	0
M.brassicae . .	0	+	0	0	0	0	0
T.paludosa . .	+	0	0	0	0	0	0

\+ duidt aan positief resultaat.
— „ „ negatief resultaat.
0 „ „ niet onderzocht.

TABEL X.

INCUBATIEPROEVEN MET BLADROL EN MYZUS PERSICAE.

I. Verblijfsduur op de zieke plant 24 uur, 14.8.'22.

Gezonde plant.	Zuigtijd op gez. pl.	Herkomst luizen.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
A_1.	24 uur	bladrolpl.	gezond
B_1.	blijvend	A_1	bladrol
A_2.	1 week	bladrolpl.	bladrol
B_2.	blijvend	A_2	bladrol

II. Verblijfsduur op de zieke plant 24 uur, 15.8.'22.

A_3.	24 uur	bladrolpl.	gezond
B_3.	blijvend	A_3	twijfel
A_4.	1 week	bladrolpl.	twijfel
B_4.	blijvend	A_4	bladrol

III. Verblijfsduur op de zieke plant 14 uur, 25.8.'25.

A_1.	10 uur	bladrolpl.	gezond
B_1.	blijvend	A_1	bladrol
A_2.	24 uur	bladrolpl.	bladrol
B_2.	blijvend	A_2	bladrol
A_3.	3 dagen	bladrolpl.	gezond
B_3.	blijvend	A_3	twijfel
A_4.	5 dagen	bladrolpl.	bladrol
B_4.	blijvend	A_4	bladrol

TABEL XI.

INFEKTIE VERMOGEN VAN PAS VERVELDE BLADLUIZEN.

Soort.	Ontwikk. stad. na vervelling.	Aantal.	Datum.	Infektiebron.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
M. persicae	larve	1	3. 3.'26	bladrol	bladrol
	volwassen	1	30. 3.'26	dito	dito
	larve	2	7. 4.'26	dito	dito
	ongevleugeld	1	14. 7.'26	tussenn. mozaiek	gezond
	dito	3	15. 7.'26	dito	dito
	gevleugeld	1	23. 7.'26	krinkel	dito
	dito	12	29. 7.'26	dito	streak
	dito	6	31. 7.'26	dito	gezond
	dito	5	2. 8.'26	dito	dito
	dito	15	3. 8.'26	dito	streak
M. pseudosolani . .	ongevleugeld	1	2. 2.'26	bladrol	gezond
	nymf	1	2. 3.'26	dito	dito
	larve	2	7. 4.'26	dito	dito
A. rhamni	volwassen	4	20. 7.'26	krinkel	gezond
	gevleugeld	1	27. 8.'26	streak	dito
	volwassen	5	3. 9.'26	dito	dito
	larve	3	4. 9.'26	dito	dito

TABEL XII.

VERPLAATSINGINGSSNELHEID VAN 'T VIRUS.

Gepoot 16.4.'24. Geïnfekteerd 11—12 Junie, 15 luizen per plant.

Nummer van planten.	Gemiddelde lengte.	Datum afgesneden.	Overblijv. lengte.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
1— 5	57 c.M.	14.6	37 c.M.	alle gezond.
6—10	58 „	16.6	21 „	alle gezond.
11—15	56 „	19.6	28 „	alle gezond.
15—20	59 „	21.6	28 „	1 gezond, 3 twijfel, 1 bladrol.
21—25	59 „	25.6	28 „	2 twijfel, 3 bladrol.
26—30	59 „	1.7	22 „	5 bladrol.
31—35	59 „	11.7	11 „	1 gezond, 3 twijfel, 1 bladrol.
36—40	57 „	25.7	10 „	5 bladrol.
41—45	58 „	8.8	11 „	5 bladrol.
46—50	59 „	—	—	5 bladrol.
Gepoot eind Mei '25. Geïnfekteerd 1—3 Julie, 10 luizen per plant.				
85—87	39 c.M.	9.7	28 c.M.	2 gezond, 1 bladrol.
88—90	53 „	16.7	41 „	3 gezond.
91—93	21 „	23.7	16 „	3 gezond.
94—96	51 „	31.7	36 „	2 gezond, 1 bladral.
97—99	36 „	7.8	28 „	1 gezond, 2 bladrol.

TABEL XIII.

ONVATBAARHEID BIJ TOENEMENDE OUDERDOM VAN DE PLANT.

Gepoot eind Mei '25. Geïnfekteerd met 10 luizen per plant.

Nummer van planten.	Gemiddelde lengte.	Datum van infektie.	Gezondheidstoestand van de nateelten.
117—119	62 c.M.	9.7	3 bladrol.
120—122	84 „	16.7	2 bladrol, 1 gezond.
123—125	79 „	23.7	1 bladrol, 2 gezond.
126—128	85 „	31.7	1 twijfel, 2 gezond.
129—130	91 „	7.8	2 gezond.
131—132	100 „	14.8	2 gezond.
133—135	61 „	10.7	2 gezond, 1 mozaiek.
136—138	42 „	18.7	1 gezond, 2 mozaiek.
139—141	65 „	25.7	3 gezond.
142—144	100 „	31.7	3 gezond.
145—146	100 „	7.8	3 gezond.

INHOUD.

Blz.

Inleiding 1
Definiëring van 't begrip virusziekten 1
Doel van het onderzoek 3
Prakties doel 3
Teoreties doel 3
Literatuur-overzicht over de verspreiding van plantaardige virusziekten door insekten 8
Inleiding 8
Virusziekten, welke slechts door één insektesoort worden overgebracht 9
Gele strepenziekte (mozaiek) van suikerriet 10
„Curly top" van suikerbiet 11
„Aster yellows" 13
Virusziekten, welke door meerdere insekten worden verspreid, maar niet door elke willekeurige soort 14
Virusziekten, welke overgebracht kunnen worden door elk willekeurig insekt, dat zich op de waardplant voedt 15
Virusziekten, die men niet door insekten heeft kunnen overbrengen 17
Samenvatting 17
Overzicht van 't geen bekend is over de verhouding van insekten tot de verspreiding van virusziekten van de aardappel 19
Entomologies onderzoek 22
Inleiding 22
Bladluizen (Aphididae) 22
Myzus persicae SULZ. 22
Myzus pseudosolani THEOB. 27
Macrosiphum solanifolii ASHM. 28
Aphis rhamni BOYER de FONSC. 29
Aphis fabae SCOP. 33
Andere Rhynchoten 33
Overige insekten 34
Metodiek der infektie proeven 36
Kontrolle 39
Infektie proeven 41
Inleiding 41
Bodeminfektie 41

Infektievermogen van verschillende insekten 42
bladrol 42
mozaiek 43
krinkel en stippel-streep (streak) 44
overige ziekten 45
konklusies 45
Specifieke verhouding tussen luis en virus 48
Incubatieproeven 48
Infektiekans per individu 49
Levensduur van 't virus in 't insekt en overgang van 't virus van moederdier op jong 49
Betekenis van de vervelling 51
Verbreidingsnelheid van 't virus door de plant 53
Invloed van de ouderdom van de plant 56
Samenvatting 58
Summary 61
Literatuurlijst 66
Tabellen 75

Sinds geruimen tijd worden in den tuinbouw boonenrassen gekweekt, die zich gunstig van andere rassen zouden onderscheiden doordat zij bij de vaatbundels, welke zich aan de buik- en rugzijde der peulen bevinden, geen vezels en geen cellen vormen met verdikte of verharde wanden. Tengevolge hiervan zouden de boonen geen draden bezitten.

De conservenfabrikanten en de huismoeders uiten echter herhaaldelijk de klacht, dat de z.g. „draadlooze boonen" afgehaald moeten worden, wil het gekookte product draadloos zijn. De teelt van deze boonenrassen zou dus, indien deze klacht op waarheid berust, geen besparing veroorzaken op het budget der werkloonen van conservenfabrieken en op den arbeid in het huisgezin.

Om te onderzoeken of deze beoordeeling juist is, werd door den heer J. H. L. JOOSTEN op het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt der Landbouwhoogeschool een onderzoek ingesteld naar de variabiliteit en de overerving van het verschijnsel der draadloosheid en naar den anatomischen bouw der peulen.

De bedoeling is om van de verkregen resultaten gebruik te maken bij de wetenschappelijke teelt van boonen, die zuiver draadloos zijn.

A. M. SPRENGER.

Een onderzoek naar het kenmerk der „draadloosheid" bij verschillende boonenrassen.

Uit het onderzoek van de hierna genoemde literatuur bleek, dat tot heden weinig bekend was omtrent het verschijnsel der draadloosheid; slechts voorloopige mededeelingen werden gepubliceerd, betrekking hebbende op het overerven der factoren, die de draadloosheid veroorzaken.

1. EMERSON (1902) 15th Annual Report of Nebraska. Preliminary study of bean hybrids (Phaseolus vulgaris).
2. EMERSON (1904) 17th Annual Report of Nebraska. Heridity in bean hybrids (Phaseolus vulgaris).
3. S. J. WELLENSIEK (1922) Genetica. De erfelijkheid van het al of niet bezit van „draad" bij rassen van Phaseolus vulgaris.

TABEL 1.

No. 1924.	No. Zaad-handel.	Handelsrassen (stokboonen).		
S 1	Z 1	Stokprinces	Perfect fijne trosjes	zonder draad.
S 2	Z 1	„	Fijne inmaaktrosjes	„ „
S 3	Z 1	„	Gewone fijne trosjes	„ „
S 4	Z 1	„	Gewone enkele	„ „
S 5	Z 1	Spekboon	President Roosevelt	„ „
S 6	Z 1	„	Van Celst's reuzen	„ „
S 7	Z 1	Stoksnijboon	Lange breede slagzwaard	„ „
S 8	Z 6	Stokprinces	Zwarte met gele scheeden	„ „
S 9	Z 6	„	Extra fijne trosjes	„ „
S 10	Z 2	„	Meesterstuk	„ „
S 11	Z 2	Stoksnijboon	Gewone slagzwaard	„ „
S 12	Z 3	Stokprinces	Groote dubbele	„ „
S 13	Z 3	Spekboon	Wasgele Bismarck	„ „
S 14	Z 3	Stokprinces	Vroege fijne	„ „
S 15	Z 3	„	Wasgele paarl	„ „
S 16	Z 7	„	Fijne witte enkele	„ „
S 17	Z 8	Haricot à rames mangetout sans fil.		
S 18	Z 9	„ „ „ „ „ „		
S 19	Z 4	Climbing French and Stringless Beans Soissons white.		
S 20	Z 4	„ „ „ „ „		Barr's lightning.
S 21	Z 4	„ „ „ „ „		Mont d'or tall.
S 22	Z 4	„ „ „ „ „		Vanguard.
S 23	Z 4	„ „ „ „ „		Barr's delicatesse.
S 24	Z 4	„ „ „ „ „		Tender and True.

TABEL 1 (Vervolg).

No. 1924.	No. Zaad-handel.	Handelsrassen (stamboonen).
1	Z 1	Stamprinces Alpha zonder draad.
2	Z 1	„ Perfect „ „
3	Z 1	„ Delicata „ „
4	Z 1	„ Dubbele „
5	Z 1	„ Fijne paarl „ „
6	Z 1	„ Volgers „ „
7	Z 1	„ Hinrich's Reuzen „ „
8	Z 1	„ „ „ verbeterde zonder draad.
9	Z 1	Stamsnijboon Extra breede slagzwaard „ „
10	Z 2	Stamslaboon Chocolade kleurige „ „
11	Z 2	Stamprinces Hinrich's Reuzen „ „
12	Z 2	„ Lilliput „ „
13	Z 2	Stamsnijboon Extra lange breede zonder draad.
14	Z 3	Stamprinces Vroege lange gele (Wagenaars) „ „
15	Z 3	„ Hinrich's Reuzen groene „ „
16	Z 3	„ Wasgele „Boterkoning" „ „
17	Z 3	„ Hinrich's Reuzen roodbonte „ „
18	Z 4	Dwarf Wax Mont d'or dwarf improved stringless.
19	Z 4	„ Ideal butter bean „
20	Z 4	„ Barr's yellow gem „
21	Z 4	„ Barr's golden Queen „
22	Z 4	„ Perfection butter bean „
23	Z 5	Dwarf Green Podded Varieties, Bountiful „
24	Z 5	„ „ „ „ Sutton's masterpiece „
25	Z 5	„ Wax „ „ Hodson long pod wax stringless.
26	Z 5	„ „ „ „ Improved black wax stringless.
27	Z 5	„ „ „ „ Flageolet wax stringless.
28	Z 5	„ „ „ „ White wax „

No's der nakomeling-schappen in 1923.	Generatie en ouderplanten (stamboonen-kruisingen).
K 1 en K 2.	F 2; Hinrich's Riesen × Vroege Wagenaar.
K 3; K 4 en K 5. . .	F 2; „ „ × „ „
K 6	F 2; „ „ × „ „
K 7	F 2; „ „ × „ „
K 8 tot en met K 17	F 2; Volgers (zonder draad) × Vroege Wagenaar.
K 18 „ „ „ K 25	F 2; Chocolade bruine × Vroege Wagenaar.
K 26	F 2; „ „ × „ „
15*a*; 15*b*; 15*c*; 15*d*; 15*h*; 15*i* en 15*k*. .	F 3; Delicata (zonder draad) × Vroege Wagenaar.

Daar de mogelijkheid bestond, dat het verschijnsel der draadloosheid zich bij onderscheidene rassen verschillend zou openbaren, werd een groot aantal rassen in het onderzoek opgenomen. Deze rassen werden van Nederlandsche en buitenlandsche zaadhandelaren betrokken. Zie tabel 1. De cijfers en letters in de eerste kolom hebben betrekking op de inboeking der rassen en vormden de veldnummers. Zij bleven bij de teelt in latere jaren behouden. Uit de tabel blijkt voorts, dat zoowel een onderzoek werd ingesteld bij stam- en stokprincesseboonen, als bij stam- en stoksnijboonen en bij spekboonen. Ook had een onderzoek plaats naar de F2 en F3 generaties van kruisingsproducten, die op het terrein van het laboratorium waren gewonnen.

DE DUUR EN METHODE VAN HET ONDERZOEK.

Het onderzoek ving aan in het jaar 1924 en werd in de jaren '25 en '26 voortgezet.

Het „afhalen" had plaats bij gekookte boonen, die in het stadium van plukrijpheid waren geplukt, aangezien gebleken was, dat het „afhalen" van rauwe boonen geen goed resultaat opleverde. Onder plukrijpheid verstonden wij het stadium van ontwikkeling, dat door den tuinder voor de consumptie als het meest geschikte wordt beschouwd. Dit is voor de verschillende boonenrassen niet gelijk, doch het treedt meestal in als de zaden zich duidelijk in de peul beginnen af te teekenen. Wij bemerkten, dat de ontwikkeling van den draad gelijken tred houdt met de ontwikkeling van de peul. Op jongen leeftijd zijn de draden minder homogeen en zijn zij zachter dan op lateren leeftijd. Vandaar, dat voor het onderzoek niet te vroeg geoogst mocht worden.

Het „afhalen" geschiedde door de punt en het achtereinde van de peul voorzichtig door te breken zonder het verband met het overige deel van de vrucht te doen verloren gaan. Vervolgens werd het doorgebroken gedeelte voorzichtig naar beneden getrokken, terwijl men er tegelijkertijd zorg voor droeg, dat de draad, die zich vormde, zooveel mogelijk intact bleef. Brak de draad af, dan werd de behandeling iets lager of iets hooger herhaald.

METHODE I.

Van alle planten, behoorende tot één ras, werd één boon onderzocht. Al naar er verschil werd geconstateerd in de mate van ontwikkeling of in de sterkte van den draad, werden de

boonen in klassen gerangschikt, die met letters werden aangeduid.

Z. Geen draad;
T. Twijfel omtrent de aanwezigheid van draad;
Dr. Draad;
Z. Dr. Zeer sterke draad.

Aangezien overgangsgevallen bleken te bestaan, werd aangenomen, dat onder klasse Z. alleen boonen konden worden gebracht, die niet het minste spoor van een draad vertoonden. Onder T. kwamen de boonen, waarbij een klein en zacht draadje werd verkregen. Werd een flinke draad afgehaald, die gemakkelijk verbroken kon worden, dan kwamen ze onder Dr., terwijl alleen de boonen, die een zeer sterken draad bezaten, onder Z. Dr. werden gerangschikt.

Het groepeeren bleek moeilijk uit te voeren en de resultaten, die er mee verkregen werden, waren onbevredigend. Zoo werd het dra duidelijk, dat de indeeling te onvolledig was, waardoor verschillende malen twijfel ontstond omtrent de groep, waarin een peul moest worden ondergebracht.

METHODE II.

In de jaren 1925, en '26 werd een andere methode in gebruik genomen, hierop neerkomende, dat van alle planten, behoorende tot één nakomelingschap, minstens twee peulen werden geoogst. Deze peulen werden tezamen gekookt, vervolgens afgehaald, waarna uit de verkregen cijfers het gemiddelde berekend werd. In elk ras werd bovendien van één plant een groot aantal vruchten (minstens 6) onderzocht.

Om het verkrijgen van twijfelgevallen te voorkomen, werd een scherpere omschrijving ingevoerd van den toestand, waarin de draden na het koken kunnen verkeeren. Deze omschrijvingen werden aangeduid met getallen, die den naam van „draadgetallen" verkregen.

1. Totale afwezigheid van draad.

2. Geen doorloopende draad; de draad kan slechts in kleine stukjes (0,5 cm.) afgehaald worden; de draaddeelen zijn zeer zacht.

3. Geen doorloopende draad. De draad breekt bij het afhalen in grootere stukken (± 1,5 cm.), de draad is minder zacht, doch kan tusschen duim en wijsvinger stuk gewreven worden.

4. Geen doorloopende draad. De draad breekt in nog grootere stukken (± 3 cm.), die nog tusschen duim en wijsvinger stuk te wrijven zijn.

5. Geen doorloopende draad. De draad breekt in stukken van ± 4 cm., die niet zijn stuk te wrijven, doch wel door trekken gemakkelijk te verkleinen zijn.

6. Geen doorloopende draad. De stukken zijn lang en stevig.

7. Doorloopende draad. Sterkte als 5.

8. Doorloopende draad. Sterkte als 6.

9. Waarschijnlijk doorloopende draad. De boonen leveren bij het afhalen lange stukken draad, die zeer sterk zijn.

10. Doorloopende, zeer sterke draad.

Uit het bovenstaande blijkt, dat er een vrij scherpe afscheiding moest bestaan tusschen de boonen, welke gegroepeerd werden onder de nos. 1—6 en onder de nos. 7—10. De boonen der eerste groep konden geen homogenen draad bezitten, terwijl dit wel het geval was met die, welke in de tweede groep werden ondergebracht.

De ondervinding leerde ons, dat de bepaling van het draadgetal volgens het laatst-omschreven schema na eenige oefening uitstekend gelukt.

HET ANATOMISCH ONDERZOEK.

Het anatomisch onderzoek der peulen had tot doel den bouw der vaatbundels, welke de draden vormen, na te gaan, ten einde een inzicht te verkrijgen in de verschillen, welke zich bij het afhalen openbaren. Tevens werd getracht of langs microscopischen weg nog een exactere bepaling van het draadgetal verkregen kon worden.

Op dwarsdoorsnede bleek de peulwand van de boon als volgt te zijn samengesteld.

1. Een epidermis met verspreid voorkomende haren en huidmondjes, 1 cel dik en van een cuticula voorzien. De celwanden zijn aan de buitenzijde verdikt.

2. Een één- of meercellige laag collenchym (hoekverdikkingen, die met chloorzinkjood violet gekleurd worden). Aan den buik- en rugnaad zijn de verdikkingen sterker en is de laag soms 4-cellig; onder de huidmondjes wordt geen collenchym aangetroffen.

3. Op het collenchym volgt een los parenchymatisch weefsel, bestaande uit groote cellen.

4. Evenwijdig met den buitenwand bevindt zich in het bovengenoemde parenchym een reeks vaatbundels, bestaande uit enge vaten, waarvan de wanden ring- en spiraalvormig verdikt zijn. Het aantal vaten is grooter bij de vaatbundels, welke zich bij de

naden bevinden; ze zijn aldaar radiair gerangschikt en vormen aan den rugnaad een halven cirkel. Achter den buiknaad bevinden zich twee dergelijke cirkels, die zijdelings tegen elkaar aan liggen. De vaatbundels aan buik- en rugnaad worden beschermd door een boogvormige scheede, bestaande uit een meer of minder dikke laag afwijkende cellen.

In enkele gevallen zijn deze cellen sclerenchymatisch verdikt, terwijl het in andere gevallen parenchymcellen blijken te zijn. Dit parenchym bestaat dan uit cellen met eng lumen, die vastaaneengesloten liggen met weinig intercellulaire ruimten; het onderscheidt zich daardoor van het omringende losse parenchymatische grondweefsel. De buitenste cellen der bewuste laag kenmerken zich nog vaak door het bezit van groote kristallen.

Een onderzoek van de doorsneden van boonen, in verschillende stadia van rijpheid geplukt, wees uit, dat de scheede als bovenomschreven zich successievelijk ontwikkelt. Dit werd eveneens waargenomen door E. SCHAFFNIT en K. BÖNING, zooals blijkt uit het volgende tabelletje uit hun publicatie „Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen".

Ontw. stadium v/d boon Wachs Rheingold.	Breedte der scheede.	Breedte der verdikte celwanden.
1	12—25 μ.	0,8—1 μ.
2	15—25 „	1 —1,5 „
3	15—30 „	1 —2 „
4 (plukrijp)	15—30 „	2,5 „
5 en 6 (overplukrijp)	15—30 „	2,5 „

Alhoewel het microscopische beeld van de doorsneden der peulen van de bij het onderzoek betrokken boonenrassen verschillend was, bleek het toch mogelijk te zijn de boonen naar den bouw der scheeden in twee groepen te klassificeeren: type S. en type HS.

Type S. kenmerkt zich door den gelijken opbouw der cellen van de scheede. Alle cellen zijn nl. gelijkelijk sclerenchymatisch verdikt. Verder wisselen cellen met groot lumen af met cellen, voorzien van kleine lumina. De wanden zijn meer of minder geïmpregneerd met houtstof (met chloorzinkjood werd een helgele tot vaal geelachtig paarsche tint verkregen; met phloroglucine en zoutzuur kleurden de celwanden zich rose tot rood). De middenlamel was duidelijk zichtbaar. De scheede is bij type S. breed en lang. Zie fig. 8 en volgende figuren. Als een extreme variant hiervan is te beschouwen onder-type Sp, waarbij geen enkele celwand

verdikt is en de scheede alleen bestaat uit kleine parenchymatische cellen zonder intercellulaire ruimten (fig. 3—7).

Type HS. is gekenmerkt door een scheede, bestaande uit een smalle (hoogstens 3 cellaag dikke) strook van zwak verdikte verhoute cellen, waarbij verschil in de lumina bestaat. De wanden kleuren zich door phloroglucine en zoutzuur rood.

Dikwijls vindt men naast deze cellen nog sclerenchymatisch verdikte cellen in grootere of kleinere groepen binnen den boog der houtcellen. In de tabellen vindt men dit geval aangegeven door een cijfer achter de aanduiding van het hoofdtype. (Zie fig. 17 en volgende.)

De variatie binnen de groepen der hoofdtypen is groot voorzoover betreft de verdikking der celwanden, het aantal cellagen en onder type HS het meer of minder groot aantal sclerenchymcellen. (Zie fig. 9, 14, 15, 16, 18, 22, 24 en 26.)

BESPREKING DER RESULTATEN VERVAT IN TABEL 2 EN 3.

In de tabellen 2 en 3 wordt een overzicht gegeven van het resultaat, dat verkregen werd bij het afhalen na koken en van het anatomisch onderzoek. Ter nadere verklaring het volgende:

Type S. Sp: alle cellen zijn parenchymatisch (extreme variatie) fig. 3—7.

Sh.: de verdikking van den celwand is nog niet van de middenlamel te onderscheiden, waardoor de cellen op houtcellen gelijken (fig. 9).

S_1: De celwandverdikking is te onderscheiden van de middenlamel. De verdikking is nog gering (fig. 12, 13, 14).

S_2: sterker verdikt dan S_1 (fig. 15, 19, 20).

S_3 zeer sterk verdikt (fig. 8, 9, 11 en 16).

Type HS: HS — 0: alleen houtachtig verdikte cellen, geen sclerenchym (rechter gedeelte figuur 21).

HS — 1: sporadisch voorkomende sclerenchymcellen (fig. 17, 21, 22). Zijn ze in aanleg aanwezig, dan in de tabellen aangegeven met (*a*).

HS — 2: enkele verspreide sclerenchymcelgroepen (fig. 18*a*).

HS — 3: enkele kleinere groepen, doch nu dichter bij elkaar (fig. 23 en 24).

HS — 4: veel sclerenchymcellen in groepen (fig. 18b, 25 en 26).

HS — 5: zeer veel sclerenchym aanwezig; van groepen is geen sprake meer.

In de eerste kolom van tabel 2 ziet men het n°. van het ras en van de plant, waarvan een peul volgens methode I onderzocht is (resultaat in kolom 2). Op een andere peul van dezelfde plant werd het anatomisch onderzoek toegepast; de derde kolom bevat het geconstateerde type. Daarop volgt een nauwkeuriger beschrijving der scheede, hierin bestaande, dat eerst de aard der cellen en vervolgens het aantal lagen in den rugnaad en verder dat van den buiknaad wordt opgegeven.

De resultaten van het onderzoek 1924—1925, die in de tabel 2 zijn opgenomen, laten geen vaste conclusies toe omtrent eenig verband tusschen draadsterkte eenerzijds en anatomischen bouw anderzijds. Het was echter opmerkelijk, dat in de meeste gevallen in hetzelfde ras hetzelfde type van bouw geconstateerd werd. Dit laatste versterkte het vermoeden, dat er een groote variatie bestaan moest in de sterkte van den draad.

Gelet op de geconstateerde variatie, was het zeer verklaarbaar, dat de resultaten niet aan de verwachting voldeden. De veronderstelling had zich gevormd, dat er direct verband zou bestaan tusschen de mindere verdikking der celwanden en den minder sterken draad. Het resultaat van een verricht anatomisch onderzoek van 40 willekeurig geplukte peulen van één boonenselectie wees eveneens op variabiliteit. (Zie tabel 4, blz. 19.)

In de cijferreeks ziet men een bijna volkomen variabiliteitsrangschikking.

Zoo was dus in 1925 de groote variabiliteit van het kenmerk duidelijk geworden. Wij vonden het daarom noodzakelijk nogmaals een onderzoek in te stellen naar een al of niet bestaand verband tusschen draadsterkte en anatomischen bouw. Daartoe onderzochten wij de helft van een aantal peulen volgens methode II, terwijl de andere helften werden gesneden en onder het microscoop bekeken. De resultaten vindt men verzameld in tabel 3. Ofschoon het aantal onderzochte peulen van een zekere draadsterkte bij sommige rassen te gering was, viel er uit de verkregen gegevens wel het één en ander af te leiden. De peulen vertoonden het volgende type:

met draadgetal 2 (2 exemplaren) HS, zeer smal en kort en zonder sclerenchym;

met draadgetal 3 (8 exemplaren) steeds HS met meer h cellen, breeder en sporadisch optredend sclerenchym. Eén exemplaar

TABEL 2.

No. der plant.	Sterkte draad volgens Meth. I.	Anatomische bouw der scheede.					Opmerkingen.
		Type.	Rugzijde		Buikzijde		
			type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
1— 1	dr	HS — 1	h	1—3	h	1—3	smalle en korte scheede.
2	t	id.	h	1—2	h	1—3	"
3	t	id.	h	1—3	h	1—4	"
4	dr	id.	h	0—3	h	1—2	"
5	dr	id.	h	0—3	h	0—3	zeer korte scheede.
6	dr	HS — 3	h	0—2	h	0—2	"
7	dr	HS — 1	h	0—4	h	1—2	zeer smalle scheede.
8	t	HS — 3	h	0—4	h	0—1	zeer smalle en zeer korte scheede.
9	dr	HS — 2 (a)	h	0—1	h	0—1	"
10	z	HS — 3	h	1—3	h	1	"
16	zdr	HS — 1	h	0—3	h	0—3	zeer korte scheede.
18	t	HS — 0	h	0—1	p	—	zeer zwak ontwikkelde scheede.
2— 1	t	HS — 0	p—h	aanleg	p	—	boonen te jong geplukt.
4	dr	HS — 2 (a)	h	0—1	p	—	"
5	z	HS — 0	h	0—2	p	—	"
7	z	id.	h	0—2	h	1—3	"
8	t	id.	h	0—2	p	—	"
10	t	id.	h	0—2	h	0—3	"
11	dr	id.	h	0—3	h	0—3	"
3— 1	dr	HS — 5	h	0—2	h	1—2	ras 3 alle peulen met smalle en korte scheeden.
3	t	HS — 3	h	0—2	h	1—2	
4	t	Sp	p	—	p	—	

7	t	HS — 4	h	0—2	h	1—2	
11	dr	HS — 5	h	0—3	h	2	
25	t	HS — 0 (a)	h	in aanleg	p	—	te jong geplukt.
36	t	Sp	p	—	p	—	
37	t	HS — 3	h	0—3	h	1—2	
6— 1	dr	HS — 3	h	0—3	h	2	ras 5 alle peulen met smalle en korte scheeden.
2	t	HS — 2 (a)	h	0—2	h	2	
3	dr	HS — 1	h	0—2	h	0—1	
4	dr	HS — 0	p—h	—	p	—	te jong.
12	zdr	id.	h	0—4	h	0—2	
13	zdr	HS — 1 (a)	h	0—3	h	0—2	
14	t	id.	h	0—2	h	1—2	
7— 1	zdr	S	s_1	4	s_2	6—7	zeer breede en lange scheede.
2	zdr	HS — 3	h	2—3	h	2	smallere scheede.
3	zdr	Sh	h	4—5	s_1	4—5	breedere scheede.
4	dr	Sp	p	—	p	—	
8	dr	HS — 4	h	2—3	h	2—3	ras 7 is zeer heterogeen.
14	dr	id.	h	0—3	h	2	
15	t	HS — 2	h	2	h	2	
18	dr	HS — 3	h	2—4	h	2	
10— 1	dr	HS (— 2 — 4)	h	1—3	h	1—2	groote variatie in scheede.
2	z	HS — 0	h	1—2	p	—	
4	dr	HS (— 4 — 0)	h	3	h	1—2	verschil in rug- en buiknaad.
5	z	HS — 0	h	1—3	h	2	
6	t	HS — 4	h	1—2	h	2	
7	z	HS — 1	h	1—3	h	1—2	
8	dr	HS — 1	h	0—3	h	1—2	
9	t	HS — 0	h	0—2	h	1—2	
10	t	HS — 0	h	1—2	h	1—2	
13	t	HS — 4	h	1—3	h	0—1	
14	dr	HS — 0	h	0—3	p	—	

TABEL 2 (Vervolg).

No. der plant.	Sterkte draad volgens Meth. I.	Anatomische bouw der scheede.					Opmerkingen.
		Type.	Rugzijde		Buikzijde		
			type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
13— 3	z	Sp	p—s_1	4—5	p	—	scheede varieerend in één boon.
5	z	HS 0 — 4	h	0—3	h	1—2	
9	z	HS — 1	h	0—3	h	0—1	
11	dr	id.	h	0—1	h	4—5	
13	t	id.	h	1—3	h	1—2	
15	dr	id.	h	1—3	h	1—2	
19	dr	id.	h	1—3	h	1—2	
20	zdr	S	s_1	0—3	s_1	4	wijken sterk af.
21	zdr	Sp	p—h	—	s_1	3—4	„
14— 1	zdr	S	s_2	5—7	s_2	4—5	ras 14 is zeer homogeen; alle peulen met zeer breede en lange scheeden.
2	zdr	S	s_1	6—7	s_2	4—6	
3	z	S	h	6—7	h	4—6	
4	z	S	$^3/_4$, s_2—$^1/_4$ p	6—7	$s_1 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$	4—6	in één boon nog variatie.
6	z	S	s_2	5—7	s_3	5—6	
7	dr	S	s_1	5—7	s_2	4—5	
10	dr	S	s_2	5—7	s_2	4—5	
13	dr	S	s_1	5—7	s_2	4—5	
15	dr	S	h	5—7	h	4—5	
19	zdr	S	s_1	5—7	s_2	4—5	
20	dr	S	p	—	h	4—5	
15— 1	dr	HS — 0	h	1—3	h	3	
2	dr	id.	h	0—2	h	1—2	

4	dr	HS — 4	p	—	h	1	idem beh. aan buikzijde.
6	dr	HS — 4	h	2	h	1—2	
9	zdr	HS — 5	p	—	p	—	alleen sclerenchym groepen.
10	zdr	HS — 2 (a)	p	—	p	—	idem.
11	zdr	HS — 3	h	2—3	h	2—3	
24	t	HS — 1	h	0—2	h	2—3	
33	dr	HS (— 1 — 5)	h	0—2	p	—	buiknaad alleen sclerenchym groepen.
17— 1	dr	S	p—h—p	—	h	4	ras 17, alle peulen met zeer breede en lange scheeden.
2	zdr	S	s_1	4—5	s_2	4—5	
3	z	S	s_2	4—5	s_2	5	
4	z	S	s_2	4—6	s_2	4	
5	z	S	s_1	4	s_2	4	alle van hetzelfde type.
6	zdr	S	s_2	6	s_3	6—7	
10	t	S	s_1	5	s_2	5	
12	t	S	s_1	5	s_2	5	
13	t	S	p	—	h	5—6	
16	zdr	S	p	—	s_1	5—6	
25	dr	S	p	—	s_2	4—5	
26	dr	S	s_1	3	s_2	4	
27	dr	S	s_1	4—5	s_3	4—5	
29	dr	S	s_2	4	s_3	4	
31	zdr	S	s_2	4—5	s_3	4	
32	dr	S	p	—	s_1	3—4	
18— 1	z	HS — 0	h	1—4	h	3	ras 18 alle peulen van hetzelfde type, doch verschillend ten opzichte der sclerenchym groepen.
2	t	HS — 0	h	2—3	h	3	
3	t	HS — 2	h	1—4	h	0—3	
4	z	HS — 0	h	1—2	h	1—3	
5	t	HS — 2	h	3—7	h	4	
7	t	HS — 2	h	2	h	2	
8	dr	HS (— 2 — 4)	h	3	h	0—1	
20	dr	HS — 2	h	3	h	3	

TABEL 2 (Vervolg).

No. der plant.	Sterkte draad volgens Meth. I.	Anatomische bouw der scheede.					Opmerkingen.
		Type.	Rugzijde		Buikzijde		
			type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
18—21	dr	HS — 0	h	2	h	0—2	
22	dr	HS — 0	h	2—3	h	1—2	
24	dr	HS — 0	h	2	h	0—1	
26	dr	S	s_1	3	s_2	3—4	afwijkend type.
19— 1	t	S	s_1	6—7	s_2	4	
2	zdr	Sp	p	—	p	—	de peulen hadden geen draad, doch vertoonden het sp. type.
3	t	Sp	p	—	p	—	
4	zdr	S	p—h	0—3	h	4	
6	t	S	s_2	5—6	s_3	4	
7	z	S	s_1	6—7	s_2	2—5	
8	zdr	S	p—h	—	h	1—2	ras 19, verschillende peulen zeer onregelmatig.
10	dr	Sp	p	—	p	—	
14	dr	Sp	p	—	p	—	
15	dr	S — HS	h	0—2	h	1—3	
18	t	Sh	h	0—5	p	—	
19	t	S — HS	p	—	h	2—3	
20— 1	dr	HS — 3	h	1—3	h	1—3	ras 20 is zeer gelijkmatig.
2	dr	HS — 5	h	1—3	h	1—2	
3	dr	HS — 4	h	1—3	h	1—2	
4	t	HS — 2	h	1—3	h	1—2	
5	dr	HS — 4	h	1—3	h	1—2	
6	dr	HS — 4	h	1—3	h	1—2	

4	t	S	s_1	5—6	s_1	4—5
5	z	S	s_1	5—6	s_3	4—5
6	dr	S	s_2	5	s_2	4—5
7	dr	S	s_2	5—6	s_2	4—5
9	dr	S	s_1	5—6	s_2	4—5
10	dr	S	s_2	5—6	s_3	4—5
11	dr	S	s_2	5—6	s_2	4
13	zdr	S	s_2	5—6	s_2	4—5
15	zdr	S	s_2	5—6	s_3	4—5
16	z	S	s_1	5—7	s_1	4
20	zdr	S	s_2	5	s_3	4
22	zdr	S	s_1	5—6	s_2	4—5
22— 1	dr	HS — 0	h	1—5	h	1—4
2	dr	HS — 0	h	1—5	h	1—2
3	dr	HS — 1	h	2	h	2
4	dr	HS — 2	h	1—4	h	—
5	dr	HS — 0	h	0—4	h	1—2
6	dr	HS — 1	h	2	p	—
8	z	HS — 2	h	1—3	p	—
12	z	HS — 2	h	2	h	2
13	z	HS — 2	h	0—4	h	2
18	t	HS — 0	h	1—5	h	1—2
24	t	HS — 0	h	1—5	h	2—3
25	t	HS — 0	h	1—5	h	2
23— 1	dr	HS — 2	h	1—4	h	2—3
2	dr	HS — 2	h	1—2	h	2
3	z	HS — 4	h	2—3	h	1—2
4	dr	HS — 4	h	2—3	h	2
5	dr	HS — 0	h	0—2	h	1
6	zdr	HS — 4	h	1—3	h	1—2
9	t	HS — 2	h	1—2	h	1—2

TABEL 2 (Vervolg).

No. der plant.	Sterkte draad volgens Meth. I.	Anatomische bouw der scheede.					Opmerkingen.
		Type.	Rugzijde		Buikzijde		
			type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
23—11	zdr	S	s_1	5—7	s_3	5—7	afwijkend.
13	zdr	S	s_2	5—7	s_3	5—7	"
16	t	HS — 2	h	0—2	h	0—2	
24— 1	t	Sp	p	—	p	—	ras 24 zeer gelijkmatig.
2	dr	Sp	p	—	p	—	
7	dr	Sp	p	—	p	—	
11	t	Sp	p	—	p	—	
12	dr	Sp	p	—	p	—	
16	dr	Sp	p	—	p	—	
17	dr	Sp	p	—	p	—	
21	zdr	Sp	p	—	p	—	
39	t	Sp	p	—	p	—	
25— 1	t	S	h	5—6	s_1	4—5	ras 25 zeer gelijkmatig.
2	zdr	S	p ➤ h	3—4	h	2—3	
3	zdr	S	s_2	5—7	s_3	3—4	
4	t	S	s_1	5—7	s_3	6	
5	dr	S	s_2	6	s_3	5	
6	zdr	S	s_2	6	s_3	5—6	
12	dr	S p	p	—	p	—	
13	dr	S	h	5	s_3	4	
14	dr	S	s_2	5—6	s_3	4—5	
28	t	S	s_1	5—6	s_2	4—5	
29	t	S	s_2	5—6	s_2	4—5	

9	dr	S	h	5—7	s_3	5—6	
10	dr	S	s_3	5—7	s_2	4—5	
12	dr	S	s_2	5—7	s_3	5—6	
24	t	S	s_3	5—7	s_2	5—6	
43	t	S	s_1	4—6	s_2	5—6	
48	t	S	s_2	5—7	s_2	3—4	
27— 1	zdr	S	s_1	5—7	s_1	4—6	
2	zdr	Sp	p	—	p	—	
3	dr	S	s_1	5—7	s_2	4—6	
4	zdr	Sp	p	—	p	—	
8	zdr	Sp	p	—	p ➤ h	—	
11	zdr	S (p — s_1)	p	—	s_1	4—6	
12	z	S	p	—	h	4—6	
17	z	Sp	p	—	p	—	
23	t	Sp	p	—	p	—	
24	dr	Sh	h	5—7	s_1	4—6	
28	t	Sp	p	—	p	—	
30	t	S	h	4—5	s_1	3—4	
31	dr	Sp	p	—	p	—	
28— 1	t	S	h	5—7	h	4—6	
2	z	S			h	3—5	begin van verdikking.
3	dr	S					begin van verdikking.
4	dr	S			h	4—6	begin van verdikking.
5	dr	S	s_2	5—7	s_2	4—6	
7	dr	S	s_3	4—6	s_3	4—5	
8	t	S	h	4—6	h	4—5	
9	dr	S	s_2	4—5	s_1	4—5	
13	zdr	S	s_2	5—6	h	4—5	
14	zdr	S	s_1	5—7	s_1	3—4	
15	zdr	S	h	4—6	h	4—5	
21	t	S	s_1	5—7	s_2	4—5	

TABEL 3.

Draadgetal eene helft der peul.	Anatomische bouw der scheede in de andere helft.					Opmerkingen.
	Type.	Rugzijde		Buikzijde		
		type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
2	HS — 1 (a)	h	0—1	h	0—1	
	HS — 0	h	1—2	h	2	
3	S	p	—	h → p	4—6	In één peul variatie.
	HS (— 0 — 1)	h	2—3	h	3	
	HS — 2	h	1—3	h	1—0	
	HS — 0	h	1—2	h	1—2	
	HS — 0	h	1—2	h	1—2	
	HS — 1	h	0—3	h	0—1	
	S — HS	h	1—3	h	3—4	
	HS — 0	h	0—2	h	1—0	
4	HS — 2 (a)	h	0—3	p → h	—	
	HS — 3	h	1—3	h	1—2	
	HS — 0	h	1—3	h	1—2	
	HS — 0	h	1—3	h	2	
	HS — 0	h	0—3	h	1	
	HS — 1	h	1—3	h	1—3	
	HS — 3	h	1—3	p	—	
	HS — 2 (a)	h	3	h	2—4	
	HS — 2 (a)	h	1—3	h	2—3	
	HS — 2 (a)	h	0—5	h	1	
	HS — 4	h	1—3	h	1—2	
	HS — 3	h	1—4	h	1	
	HS — 1 (a)	h	0—2	h	0—2	
	HS — 0	h	0—2	h	1—2	
5	HS — 4	h	0—2	h	0—2	
	HS — 4	h	0—3	h	1—2	
	S	h—s_1	4—5	p	—	
	HS — 2	h	2—3	h	1—2	
	HS — 0	h	1—3	h	1—2	
	HS — 2	h	1—3	h	1—3	
	HS — 0	h	1—4	h	2—3	
	HS — 4	h	1—3	h	0—1	
	HS — 4	h	1—3	h	0—1	
	HS — collenchym	h	1—3	coll. + h	—	In plaats van sclerenchym collenchym.
	HS — 4	h	2—3	h	2—3	
6	HS — 4 (a)	h	1—3	h	1—3	
	HS — 4	h	2—3	h	2—3	
	S	h	6—7	h	4—5	

TABEL 3 (vervolg).

Draad-getal eene helft per peul.	Anatomische bouw der scheede in de andere helft.					Opmerkingen.
	Type.	Rugzijde		Buikzijde		
		type cellen.	aantal lagen.	type cellen.	aantal lagen.	
7	Sp — s (a)	p	—	p	—	
	HS — 3 (a)	h	0—2	h	0—2	
8	S (— p — s)	p	—	h	4	
	HS — 4 (a)	h	0—2	h	0—2	
9	S	s_1	5—7	s_1	5—7	
10	S	s_2	4—5	s_2	4—5	
	S	s_2	4—5	s_2	5—6	
	S	s_2	5—6	s_2	5—6	
	S	s_2	6—7	s_2	5—6	
	S	s_1	5—6	s_2	5—6	
	S	s_2	4—5	p ➤ s_1	5—6	
	S	s_1	5	s_3	6	
	S	s_2	4—5	h	3—4	
	S	s_1	5—6	s_2	5—6	
	S	s_2	5—7	s_1	4—6	
	S	p	—	s_2	6	
	S	p—s_1	5—6	s—p	5—6	

TABEL 4.

Type.	Aantal onderzochte peulen.	Beschrijving van het type.
4 Sp. 36 HS.	1 peul	HS — 0 h 1 laag.
	5 peulen	HS — 1 h 2 lagen.
	22 peulen	HS h 3 lagen { 15 zonder sclerenchym. / 6 sporadisch " / 1 veel " }
	5 peulen	HS — 0 h 4 lagen.
	3 peulen	HS — 0 h 5 lagen.

deed aan type S denken en een ander aan een overgang van HS tot S;

met draadgetal 4 (14 exemplaren) steeds HS met geen tot vrij veel sclerenchym. Dit sclerenchym is veelal erg dunwandig en ziet er uit alsof het in groei verkeert;

met draadgetal 5 ((11 exemplaren) alle HS op één geval van type S na, met in de meeste gevallen sclerenchym;

met draadgetal 6 (3 exemplaren) één S, de twee andere HS met veel sclerenchym;

met draadgetal 7, één Sp en een andere HS met zeer veel sclerenchym. (Zie ook tabel 2 de n°.'s onder 24);

met draadgetal 8, één HS — 4 en 2 exemplaren gaven type S met h en S_1 cellen;

met draadgetal 9 en 10 àlle S, zeer breede en meestal dikke lagen, met in elke peul minstens aan één naad cellen met een minimum wanddikte van S_1.

Alhoewel het aantal onderzochte peulen vrij klein was, kan men toch wel concludeeren, dat er verband bestond tusschen de draadsterkte en den anatomischen bouw. Ideaal was dit verband echter niet. Het is zeer goed denkbaar, dat de bouw der scheede in één en dezelfde peul variabel was. Verschillende malen b.v. werd in dezelfde coupe geconstateerd, dat de eene zijde anders was dan de andere helft van denzelfden naad. Het is daarom van groot nut, dat ook lengte coupes gemaakt en onderzocht worden.

Merkwaardig is, dat op 3 uitzonderingen na alle peulen, die wij tot type S brachten, de sterkte 7 tot 10 hadden. Tot gelijke conclusie voert een nauwkeurige vergelijking van tabel 2 en 3 met tabel 7. Men zal daarbij opmerken, dat de rassen, welke een hoog gemiddelde voor draadsterkte hebben (draadgemiddelde), eveneens type S bezitten, terwijl de rassen met type HS alle zonder uitzondering gemiddelden hebben beneden en om 5,00, terwijl de variatiebreedte in de meeste gevallen vrij klein is. De rassen met type S laten in vele gevallen een zeer breede variatie zien, of alleen een variatie van 7 tot 10.

Uit deze feiten zou men een voorloopige conclusie kunnen trekken omtrent de overerving. Het heeft er nl. allen schijn van, dat het type S teweeggebracht wordt door een of meer dominante factoren, hetgeen mede bevestigd wordt door het feit, dat bij rassen met type S nimmer type HS werd geconstateerd. Bij de rassen met HS als hoofdtype werden echter verschillende malen enkele peulen met type S gevonden. Een of meer factoren beinvloeden dus het optreden van S of HS, terwijl daarnaast wellicht andere factoren werkzaam zijn, die een zekere variatiebreedte doen vererven. Nauwkeurige proeven, gecombineerd met het onderzoek van lengte- en dwarscoupes, zullen hier noodzakelijk zijn om deze zonder twijfel ingewikkelde kwestie op te helderen.

Het onderzoek naar de draadloosheid bij verschillende boonenrassen sloot aan bij een proef, die ten doel had, nieuwe draadlooze boonenrassen te telen. Voor deze proef was een kruising teweeggebracht tusschen de rassen Hinrich's Reuzen „zonder draad" en vroege Wagenaar; Volgers „zonder draad" en vroege Wagenaar; chocolade bruine en vroege Wagenaar; Delicata „zonder draad" en vroege Wagenaar. Als ouderplanten van de

TABEL 5.

RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK IN 1923.

Rasnummer 1923	Aantal planten (Z)	Aantal planten (T)	Aantal planten (DR)	Aantal planten (Z.DR)
K. 1	8	4	6	5
K. 2	9	14	2	4
K. 3	12	8	1	3
K. 4	13	12	5	5
K. 6	3	8	0	0
K. 7	5	7	4	8
K. 8	12	7	2	3
K. 9	8	3	2	2
K. 10	12	9	2	1
K. 11	9	17	2	1
K. 12	17	13	5	2
K. 13	11	10	5	1
K. 14	12	14	16	3
K. 15	16	0	5	0
K. 16	15	1	3	1
K. 17	13	1	3	0
K. 18	14	4	3	1
K. 19	15	4	5	3
K. 20	17	5	1	2
K. 21	18	2	3	2
K. 22	19	1	3	2
K. 23	15	1	1	0
K. 24	19	0	3	0
K. 25	28	1	2	0
K. 26	16	1	5	1
15. a	1	0	0	3
15. b	0	14	0	0
15. c	0	1	0	0
15. d	0	1	0	0
15. h	4	23	0	1
15. i	1	6	0	0
15. k	0	4	2	1

TABEL 6a.

RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK DER NAKOMELINGSCHAPPEN VAN DE KRUISINGEN IN 1924.

Rasnummer 1923	Nakomelingschappen	Aantal planten				Rasnummer 1923	Nakomelingschappen	Aantal planten			
		Z	T	DR	Z.DR			Z	T	DR	Z.DR
K. 1	1	1	—	4	1	K. 9	1	1	1	4	—
	3	—	5	21	5		1	—	2	16	1
	1	—	—	3	—		1	—	1	2	—
	3	—	—	8	10		1	—	—	3	—
K. 2	3	4	5	18	8	K. 10	7	—	10	29	—
	3	6	10	38	—		1	1	6	15	6
	4	8	—	26	—		3	3	14	22	—
	1	—	4	8	3		1	—	—	5	2
	1	—	3	11	—		2	—	2	27	6
K. 3	1	3	1	5	1		5	—	—	19	—
	1	1	1	—	—	K. 11	2	3	6	20	4
	5	7	10	29	—		1	1	1	9	—
	2	—	—	10	—		1	—	2	3	1
	1	—	—	—	5		3	—	10	24	—
	2	4	—	10	—		8	—	—	43	—
	1	—	—	4	2	K. 12	3	3	8	25	—
K. 4	3	7	10	49	9		2	—	2	11	1
	4	10	12	21	—		3	—	9	13	—
	2	—	6	15	9		2	—	—	8	3
	2	—	3	9	—		5	—	—	16	—
	1	1	—	3	2		1	—	—	—	4
	1	1	—	3	—	K. 13	2	4	15	9	4
	1	1	—	—	4		2	3	5	10	—
	1	—	—	—	6		1	—	1	2	3
K. 6	1	1	4	11	5		2	—	3	—	—
	3	8	24	80	—		1	—	2	—	7
	1	—	4	20	—		1	—	—	1	2
	1	—	—	10	5		6	—	—	11	—
	3	-	—	6	—	K. 14	4	—	—	8	—
K. 7	3	3	9	30	20		2	—	—	2	2
	3	—	9	44	15	K. 15	3	—	—	4	8
	4	—	9	38	—		7	—	—	18	—
	1	—	—	4	14	K. 16	3	—	5	8	—
K. 8	2	2	9	14	8		8	—	—	12	—
	3	—	10	39	8	K. 17	2	—	3	3	—
	3	—	5	10	—		4	—	—	10	—
	1	—	—	3	1		1	—	—	2	2
	6	—	—	22	—	K. 18	3	—	4	18	—

TABEL 6a (vervolg.)

Rasnummer 1923	Nakomelingschappen	Aantal planten				Rasnummer 1923	Nakomelingschappen	Aantal planten			
		Z	T	DR	Z.DR			Z	T	DR	Z.DR
K. 18	4	—	4	15	—	K. 22	4	—	—	10	—
	2	—	—	11	6		3	—	—	9	9
K. 19	1	1	3	10	2	K. 23	3	—	11	13	—
	1	1	—	1	—		4	—	—	23	—
	1	—	2	7	1		2	—	—	20	6
	3	—	3	11	—	K. 24	1	—	2	—	—
	1	—	—	1	2		2	2	10	12	—
	5	—	—	19	—		6	—	—	21	—
K. 20	1	1	3	—	—		2	—	—	11	4
	1	2	2	4	—	K. 25	1	—	1	6	1
	1	1	—	3	—		2	—	2	6	—
	5	—	8	18	—		3	—	—	10	4
	7	—	—	40	—		9	—	—	30	—
	3	—	—	11	5	K. 26	1	2	—	1	4
K. 21	1	3	1	1	12		1	—	1	2	1
	1	—	2	3	1		4	—	—	21	12
	3	—	6	6	—		7	—	—	33	—
	8	—	—	32	—	15. h	2	2	8	11	3
	1	—	—	2	1		2	3	2	2	—
K. 22	1	1	2	9	—		7	—	15	36	—
	1	—	2	1	4		6	—	—	10	—
	3	—	3	6	—		1	—	—	1	1

draadlooze rassen waren de nakomelingen gekozen van planten, die in een voorafgaand jaar geen draad in de peulen vertoonden. In 1923 waren de nakomelingen der F2 en F3 generaties onderzocht volgens de vroeger omschreven methode I. Het resultaat hiervan treft men onder tabel 5 aan.

Van de boonen, die geen draad bezaten of waarvan de aanwezigheid van draad twijfelachtig was, werd zaad gewonnen, terwijl de „Dr" en „Z Dr" planten voor deze proef als zaaddragers werden uitgeschakeld.

In 1924 ving de proef aan met Z. en T. planten der 3de en 4de generatie der kruisingen. Het onderzoek geschiedde volgens methode I.

Tabel 6*a* geeft het resultaat weer, dat verkregen werd met het onderzoek der nakomelingschappen van Z en T planten. De

nakomelingschappen, die dezelfde variatie in het gedrag vertoonen ten opzichte van het al of niet bezitten van een draad, zijn hierbij gegroepeerd. Ter verduidelijking geven wij hieronder de wijze van groepeeren weer zooals die bij de K. 1 nakomelingschappen werd toegepast.

Totaal resultaat der familie K. 1					Samengenomen resultaat				
N°. ras.	aantal planten				aantal rassen gegroepeerd.	aantal planten			
	Z	T	DR	Z.DR		Z	T	DR	Z.DR
K. 1. 4	—	—	2	2	1 (K. 1. 12)	1	—	4	1
K. 1. 5	—	1	4	1	3 (K. 1. 5; K. 1. 19; K. 1. 23)	—	5	21	5
K. 1. 11	—	—	4	3					
K. 1. 12	1	—	4	1	1 (K. 1. 21)	—	—	3	—
K. 1. 15	—	—	2	5	3 (K. 1. 4; K. 1. 11; K. 1. 15)	—	—	8	10
K. 1. 19	—	1	8	2					
K. 1. 21	—	—	3	—					
K. 1. 23	—	3	9	2					

Indien we nu overgaan tot een beschouwing van tabel 5 en 6*a*, dan valt dadelijk op, dat er geen enkele nakomelingschap draadloos is; terwijl toch verwacht werd, dat verschillende nakomelingschappen in hun individuen geen draad zouden vormen. De onderzoekingen van den heer WELLENSIEK immers wezen op een monofactorieele vererving, waarbij het verschijnsel der draadloosheid dominant zou zijn. Zeer opvallend was, dat enkele nakomelingschappen bij alle planten draad vormden, niettegenstaande de zaden van draadlooze planten waren uitgezaaid. De oorzaak kan misschien aan de onnauwkeurigheid van methode I toegeschreven worden, terwijl eveneens de mogelijkheid bestaat, dat door het geringe aantal planten niet alle te verwachten gevallen vertegenwoordigd waren. Doordat de planten in 1923 slecht zaad vormden, kon niet met grootere aantallen gewerkt worden. Nakomelingschappen, die geheel draadloos waren, werden niet aangetroffen.

Tabel 6*b* geeft de uitkomst aan, die verkregen werd bij het onderzoek der handelsrassen. Van elk der rassen werden 54 zaden uitgelegd, die echter niet alle opkwamen, vandaar dat de tabel soms geringe aantallen vermeldt. Bij beschouwing van deze tabel valt oogenblikkelijk op, dat men nu niet bepaald zeggen kan, dat de boonen het praedicaat „draadloos" of „zonder draden" verdienen; immers er was geen enkel ras, waarbij de scheede bij

TABEL 6b.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK DER HANDELSRASSEN IN 1924.

STAMBOONEN.						STOKBOONEN.					
Ras n°. 1924.	N°. Z.h.	Aantal planten met				Ras n°. 1924.	N°. Z.h.	Aantal planten met			
		Z	T	DR	ZDR			Z	T	DR	ZDR
1	Z. 1	1	9	7	25	S. 1	Z. 1	9	18	13	
2	Z. 1	3	6	2	4	S. 2	Z. 1	3	8	29	
3	Z. 1	0	4	0	11	S. 3	Z. 1	6	14	22	
4	Z. 1	0	10	0	5	S. 4	Z. 1	16	21	4	
5	Z. 1	0	0	17	8	S. 5	Z. 1	7	26	8	
6	Z. 1	0	5	2	6	S. 6	Z. 1	6	15	18	
7	Z. 1	0	1	17	8	S. 7	Z. 1	0	24	17	
8	Z. 1	0	0	2	39	S. 8	Z. 6	8	13	20	
9	Z. 1	0	1	23	9	S. 9	Z. 6	5	9	30	
10	Z. 2	19	15	0	15	S. 10	Z. 2	0	23	17	
11	Z. 2	0	0	0	45	S. 11	Z. 2	25	12	2	
12	Z. 2	niet opgekomen				S. 12	Z. 3	5	16	15	
13	Z. 2	4	2	2	5	S. 13	Z. 3	14	22	2	
14	Z. 3	20	7	3	8	S. 14	Z. 3	12	14	11	
15	Z. 3	0	1	0	40	S. 15	Z. 3	11	20	11	
16	Z. 3	0	2	5	25	S. 16	Z. 7	7	13	20	
17	Z. 3	12	13	4	7	S. 17	Z. 8	4	20	6	
18	Z. 4	14	16	0	15	S. 18	Z. 9	14	26	1	
19	Z. 4	3	7	14	16	S. 19	Z. 4	0	9	30	
20	Z. 4	0	16	0	33	S. 20	Z. 4	0	8	30	
21	Z. 4	4	11	13	13	S. 21	Z. 4	1	11	27	
22	Z. 4	8	13	0	29	S. 22	Z. 4	17	20	2	
23	Z. 5	1	2	3	32	S. 23	Z. 4	4	25	10	
24	Z. 5	1	3	1	9	S. 24	Z. 4	10	10	20	
25	Z. 5	0	4	12	12						
26	Z. 5	0	4	34	10						
27	Z. 5	2	5	35	5						
28	Z. 5	1	14	10	22						

1. Bij de stokboonen is bij vergissing het aantal planten met draad en zeer sterke draad (DR en Z.DR) samengenomen. Toen de vergissing bemerkt werd was het voor een hernieuwd onderzoek te laat.
2. Van elk n°. werden 54 zaden uitgezaaid.

alle individuen zoo gering ontwikkeld bleek, dat het onder „Z" of „T" gerangschikt kon worden. Integendeel, er waren onderscheidene rassen, waarvan een groot aantal planten onder de rubriek „Z. Dr." (zeer sterke draad) gebracht moest worden. Dit verschijnsel viel zoowel bij de princesse- als bij de snijboonen,

onverschillig of het lage dan wel hooge typen waren, waar te nemen. *De rassen, die men dus in den handel als draadloos beschouwt, zijn dat niet.* Rekening houdende met het groot aantal onderzochte rassen van verschillende herkomst, achten wij ons verantwoord, indien wij concludeeren, dat op het tijdstip van het onderzoek geen zuiver draadlooze rassen bestonden.

Indien de onzuiverheid geen gevolg was van optredende variatie door de inwerking van wisselende uitwendige omstandigheden, dan waren deze rassen heterozygoot voor de eigenschap om draden voort te brengen. Daar bij vroeger onderzoek naar de vererving van den factor „draadvorming" geen rekening gehouden werd met de mogelijkheid, dat de planten voor dezen factor onzuiver konden zijn, niettegenstaande ze als draadloos werden verkocht, bestaat dus de kans, dat eertijds vergissingen werden begaan ten opzichte van het vaststellen der overerfbaarheid.

Van de kruisingsproducten werden in 1924 vijftig goed gezonde planten van verschillend type uitgezocht om als zaadplanten te dienen. Alle zaden van elk dezer planten werden in 1925 aan den bodem toevertrouwd, terwijl van de handelsrassen 20 of meer boonen werden uitgezaaid.

Vestigden de uitkomsten van 1924 het vermoeden, dat een sterke variatie optrad, in het jaar 1925 werd hierover zekerheid verkregen toen methode II, ondersteund door het anatomisch onderzoek, werd toegepast.

Uit de cijfers van tabel 7 blijkt, dat een groote variatie optrad bij één en dezelfde plant, toen vele boonen, van één exemplaar afkomstig, onderzocht werden.

De eerste kolom bevat de n°.'s der rassen van 1924. De daaropvolgende breede kolom, verdeeld in 10 smalle strooken, is voorzien van de cijfers der draadgetallen 1 tot 10. De cijfers geven het aantal peulen aan, dat een bepaald draadgetal bleek te bezitten. De derde en vierde kolom vormen een herhaling van de eerste en tweede, doch nu met de gegevens, die per plant werden verkregen.

Omdat het onderzoek van 1925 reeds in voldoende mate de variatie aangaf, die bij één plant geconstateerd kan worden, werden in 1926 alleen de rassen onderzocht, wier n°. in de 5de en wier variatie in de 6de kolom te vinden is. In de daaropvolgende kolommen werden de gemiddelden opgenomen en zoo dit mogelijk was de middelbare fout van het gemiddelde (berekening volgens JOHANNSEN). In de laatste kolom treft men de afwijkingen der gemiddelden van 1925 en '26 aan met de middelbare fouten.

$$m = \pm \sqrt{\frac{\frac{\Sigma\, a^2\, p}{N} - b^2}{N}}$$ (van het gemiddelde)

$$m_v = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$ (van het verschil)

a de afwijking van het aangenomen gemiddelde,

p het aantal gevallen per afwijking,

b de afwijking van het arithmetisch gemiddelde van het aangenomen gemiddelde,

N het totaal aantal gevallen.

Bij verschillende rassen zal men tevergeefs de variatiereeks van 1925 zoeken, terwijl toch een gemiddelde werd opgegeven. De rassen waarom het hier gaat, waren reeds onderzocht voordat methode II uitgewerkt was. (Zie tabel 8.) De tijd liet niet toe, om deze rassen nog eens volgens de nieuwe methode te onderzoeken, daarom werden aan de categorieën: Z, T, Dr. Z.Dr. cijfers gegeven, die ongeveer met hun gemiddelde draadsterkte overeenkwamen en werd vervolgens het gemiddelde bepaald. Wegens de onnauwkeurigheid dezer handelwijze werd de verrekening van de middelbare fout achterwege gelaten. Hetzelfde geschiedde met de gegevens van 1924, die in de tabel ook in den vorm van gemiddelden opgenomen zijn. Mogen de resultaten van 1925 misschien nog niet aan alle eischen van betrouwbaarheid voldoen, die, welke in 1926 werden verkregen, doen dit echter wel en hierop werden dan ook in hoofdzaak de conclusies gebaseerd.

De belangrijkste conclusie, die uit de feiten te trekken viel, was: *Dat er een groote variatie heerscht bij de boonen van één plant afkomstig wat betreft de vorming van den draad en dat deze variatie tevens valt op te merken bij de planten onderling.*

BESCHOUWINGEN IN VERBAND MET DE FEITEN VERVAT IN TABEL 7.

Bij de beschrijving der onderzoekingsmethoden wees ik er reeds op, dat de peulen niet te vroeg geplukt mogen worden, daar men dan grooten kans loopt om peulen, die het vermogen tot sterke draadvorming bezitten, in groepen van lagere draadgetallen onder te brengen. Zeer duidelijk komt dit naar voren bij de volgende feiten:

In 1925 bleek het geheele ras 17*a* een zeer sterken draad te bezitten. Toen het ras 17*a* '25 in 1926 opnieuw werd onderzocht op het tijdstip, dat alle peulen oogenschijnlijk volwassen waren, werd een geheel afwijkend resultaat verkregen, n.l. een variatie

TABEL 7. RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK DER NAKOMELINGSCHAPP
ST

No. Ras 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Plant 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Ras 1926.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
K. 1. 12. 2											K. 1. 12. 2. 9											K. 1. 12. 2. 5	—	5	6	4	1	1	—	—	—
																						K. 1. 12. 2. 7	1	4	5	7	2	1	—	—	—
																						K. 1. 12. 2. 8	—	1	3	4	3	3	—	—	—
																						K. 1. 12. 2. 19	—	—	5	2	3	2	—	—	—
																						K. 2. 12. 2. 21	—	5	7	5	—	—	—	—	—
																						K. 2. 12. 2. 28	—	1	5	8	10	3	—	—	—
																						K. 2. 12. 2. 29	—	3	7	9	6	2	—	2	—
																						K. 2. 12. 2. P.	—	5	11	11	7	1	—	—	—
K. 1. 5. 2	—	—	—	7	24	17	7	1	1	—	K. 1. 5. 2. 19	—	—	2	8	8	6	3	2	—	—										
K. 2. 14. 5											K. 2. 14. 5. 38	—	3	5	5	4	—	—	—	—	—	K. 2. 14. 5. 25	1	5	9	3	1	1	—	—	—
																						K. 2. 14. 5. 35	1	3	3	3	1	1	—	—	—
																						K. 2. 14. 5. 47	—	2	8	7	8	1	—	—	—
																						K. 2. 14. 5. 72	—	1	3	4	11	4	—	—	—
																						K. 2. 14. 5. 74	—	2	6	7	6	2	—	1	—
K. 2. 21. 16	—	—	1	2	4	6	5	8	8	12	K. 2. 21. 16. 4	—	—	1	3	4	4	4	4	2	4	K. 2. 21. 16. 29	—	3	4	10	7	3	3	—	—
											K. 2. 21. 16. 21	—	1	2	2	5	7	8	6	5	—	K. 2. 21. 16. 39	—	5	6	6	5	2	—	1	—
																						K. 2. 21. 16. P.	—	2	4	6	3	2	2	2	3
K. 2. 24. 3	—	1	5	17	25	17	7	6	1	—	K. 2. 24. 3. 1	—	1	2	9	13	11	5	1	—	—	K. 2. 24. 3. 68	—	1	1	4	5	4	1	—	—
																						K. 2. 24. 3. 69	—	1	3	2	7	3	—	—	—
																						K. 2. 24. 3. 79	—	1	4	6	4	7	2	—	—
																						K. 2. 24. 3. P.	—	—	3	9	10	11	2	—	—
K. 3. 12. 1											K. 3. 12. 1. 16	—	1	5	10	7	1	—	—	—	—	K. 3. 12. 1. 2	—	—	1	2	5	5	3	1	—
																						K. 3. 12. 1. 22	—	—	2	3	9	6	1	—	—
																						K. 3. 12. 1. 32	—	—	2	4	9	3	—	—	—
																						K. 3. 12. 1. 33	—	—	2	4	9	1	1	—	—
																						K. 3. 12. 1. 39	—	2	7	5	4	3	1	1	—
																						K. 3. 12. 1. 51	—	—	1	1	4	7	4	2	—
K. 3. 12. 2											K. 3. 12. 2. 2	—	2	4	5	4	3	—	—	—	—	K. 3. 12. 2. 8	—	—	2	10	7	—	2	—	—
																						K. 3. 12. 2. 16	—	—	2	9	9	2	—	—	—
																						K. 3. 12. 2. 18	—	—	—	4	6	7	2	1	1
																						K. 3. 12. 2. 35	1	2	4	3	6	—	—	—	—
																						K. 3. 12. 2. 43	—	1	5	12	8	4	—	—	—
K. 3. 15. 2											K. 3. 15. 2. 3	1	7	11	8	1	—	—	—	—	—	K. 3. 15. 2. 4	—	1	2	2	5	2	2	—	—
																						K. 3. 15. 2. 11	2	2	2	2	4	1	—	—	—
																						K. 3. 15. 2. 21	—	1	2	3	2	2	1	—	—
																						K. 3. 15. 2. 30	—	—	4	3	4	2	1	1	—
																						K. 3. 15. 2. 39	—	—	2	5	15	3	—	—	—
																						K. 3. 15. 2. 40	—	—	1	4	2	2	1	—	—
																						K. 3. 15. 2. 41	—	—	2	8	6	8	1	—	—
																						K. 3. 15. 2. 42	—	—	2	7	6	7	4	—	—
K. 3. 15. 3											K. 3. 15. 3. 22	—	2	2	5	5	7	1	—	—	—	K. 3. 15. 3. 49	—	—	1	2	6	4	2	—	—
																						K. 2. 15. 3. 58	1	5	4	8	6	1	—	—	—
																						K. 3. 15. 3. P.	—	7	4	9	11	5	1	1	—
K. 3. 25. 4											K. 3. 25. 4. 3	—	1	2	11	13	5	4	2	—	—	K. 3. 25. 4. 29	—	1	3	3	3	2	1	1	—
																						K. 3. 25. 4. 48	—	1	4	7	9	3	2	—	—
																						K. 3. 25. 4. P.	—	6	8	3	4	2	2	—	—
K. 3. 26. 1											K. 3. 26. 1. 2	—	2	6	7	1	2	—	—	—	—	K. 3. 26. 1. 7	—	—	6	6	1	1	1	—	—
																						K. 3. 26. 1. 16	—	—	4	4	1	—	1	—	—
																						K. 3. 26. 1. 27	1	5	5	4	4	—	—	—	—
																						K. 3. 26. 1. 57	—	1	1	7	3	1	—	—	—

N DE KRUISINGEN EN HANDELSRASSEN IN 1925 EN 1926.
ONEN.

-'24.	Gemiddelde der plant 1925. M. pl. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1925. M. r. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1926. M. r. '26 ± m.	V. (P. '26—R. '26) ± mv. of V. (R. '25—R. '26) ± mv.		OPMERKINGEN a = verschil tusschen gemiddelde P. '26 en Ras '26. b = verschil tusschen gemiddelde Ras '25 en Ras '26.
.17	5.75	3.29	3.24 ± 0.23	+ 0.42 ± 0.30	a	De familie K. 1. 12. 2 is constant.
			3.40 ± 0.22	+ 0.26 ± 0.30	a	
			4.36 ± 0.33	— 0.70 ± 0.38	a	
			4.17 ± 0,32	— 0.51 ± 0.37	a	
			3.00 ± 0.19	+ 0.66 ± 0.27	a	
			4.41 ± 0 23	— 0.75 ± 0.30	a	
			3.89 ± 0.21	— 0.23 + 0.29	a	
			[1] 3.66 ± 0.20			[1] MP '26 ± M.
.00	5.62	5.37				
.91	3.95 ± 0.26	4.86	2.95 ± 0.24			
			3.00 ± 0.34			
			3.92 ± 0.20			
			4.48 ± 0.23			
			4.17 ± 0.23			
.03	6.81 ± 0.40	7.76 ± 0.32	4.94 ± 0.38	+ 2.82 ± 0.50	b	
	5.47 ± 0.38		4.00 ± 0.38	+ 3.76 ± 0.40	b	Splitsing, sterke draad mendelt uit.
			6.27 ± 0.50	+ 1.49 ± 0.59	b	
.92	5.24 ± 0.19	5.21 ± 0.17	4.81 ± 0.31	+ 0.40 ± 0.35	b	
			4.50 ± 0.29	+ 0.71 ± 0.34	b	
			4.75 ± 0.29	+ 0.46 ± 0.33	b	
			5.08 ± 0.17	+ 0.13 ± 0.24	b	
.18	4.08 ± 0.19	4.36	5.59 ± 0.26			Familie K. 3. 12. 1 is waarschijnlijk constant, niet te controleeren, omdat de middelbare fout van 1925 ontbreekt.
			5.05 ± 0.22			
			4.90 ± 0.15			
			4.71 ± 0.16			
			4.19 ± 0.23			
			5.79 ± 0.25			
.18	4.11 ± 0.29	4.55	4.43 ± 0.16			
			4.50 ± 0.17			
			5,86 ± 0.27			In dit ras splitst draad af.
			3.96 ± 0.32			
			4.30 ± 0.18			
.83	3.03 ± 0.17	3.88	4.79 ± 0.28			
			3.54 ± 0.40			
			4.45 ± 0.37			
			4.73 ± 0.35			
			4.76 ± 0.15			
			4.80 ± 0.37			
			3.92 ± 0.20			
			4.15 ± 0.25			
.83	4.87 ± 0 23	5.03	5 31 ± 0.29			
			3.22 ± 0.26			
			4.19 ± 0.22			
.03	5.28 ± 0.18	5.15	4.64 ± 0.31			
			4.50 ± 0.23			
			3.88 ± 0.28			
.62	3.72 ± 0.25	4.23	4.00 ± 0.25			
			4.00 ± 0.28			
			3.26 ± 0.27			
			4.15 ± 0.26			

TABEL 7 (Vervolg).

No. Ras 1925,	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Plant 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Ras 1926.	Aantal peulen m draadgetal 1	2	3	4	5	6	7	8
K. 3. 26. 4											K. 3. 26. 4. 55	—	—	2	4	4	1	—	—	—	—	K. 3. 26. 4. 5	—	5	5	8	4	—	—	—
																							K. 3. 26. 4. 16	1	5	6	6	4	1	—	—
																							K. 3. 26. 4. 27	1	3	5	1	1	—	—	—
																							K. 3. 76. 4. 35	1	4	2	5	3	—	—	—
																							K. 3. 26. 4. 46	—	4	4	6	6	2	1	—
K. 3. 26. 13											K. 3. 26. 13. 35	—	3	4	8	3	1	—	—	—	—	K. 3. 26. 13. 57	—	1	8	10	7	4	1	—
																							K. 5. 26. 13. P.	—	4	4	9	6	6	1	1
K. 4. 14. 3											K. 4. 14. 3. 47	1	1	5	6	6	3	—	—	—	—	K. 4. 14. 3. 39	—	2	2	6	8	4	3	—
																							K. 4. 14. 3. P.	—	3	5	5	5	3	5	—
K. 4. 17. 2											K. 4. 17. 2. 47	—	—	1	3	7	4	1	1	—	—	K. 4. 17. 2. 29	—	1	5	6	7	4	3	—
																							K. 4. 17. 2. P.	—	3	5	11	10	5	—	—
K. 4. 17. 3											K. 4. 17. 3. 1	—	—	3	2	2	3	4	6	6	10	K. 4. 17. 3. 79	—	1	5	8	7	5	4	—
																							K. 4. 17. 3. P.	—	2	6	6	10	7	3	—
K. 4. 17. 4											K. 4. 17. 4. 17	—	2	3	3	3	2	2	—	4	—	K. 4. 17. 4. 29	—	1	2	4	7	5	3	—
																							K. 4. 17. 4. P.	—	—	6	8	10	4	—	—
K. 4. 17. 14											K. 4. 17. 14. 93	—	1	4	3	5	1	—	—	—	—	K. 4. 17. 14. 7	1	15	9	5	1	—	—	—
																							K. 4. 17. 14. 38	—	5	6	8	9	5	1	—
																							K. 4. 17. 14. 48	—	1	2	11	3	1	3	—
																							K. 4. 17. 14. 89	—	1	9	7	7	7	2	—
																							K. 4. 17. 14. 109	—	2	3	9	7	—	—	—
K. 4. 18. 11	—	—	4	12	22	21	19	9	1	—	K. 4. 18. 11. 78	—	—	2	9	21	12	8	1	—	—	K. 4. 18. 11. 109	—	2	4	8	8	1	—	—
																							K. 4. 18. 11. 115	—	3	7	6	4	1	—	—
																							K. 4. 18. 11. P.	—	2	8	10	7	2	1	—
K. 4. 7. 4	—	2	9	23	27	22	8	2	—	—	K. 4. 7. 4. 139	—	1	7	11	11	7	1	—	—	—	K. 4. 7. 4. 84	—	—	5	11	7	2	1	—
																							K. 4. 7. 4. 56	—	—	2	14	13	5	—	—
																							K. 4. 7. 4. 76	—	1	3	22	8	1	—	—
																							K. 4. 7. 4. 136	—	1	5	5	6	2	2	—
K. 5. 2. 1	—	2	10	25	12	5	1	—	—	—	K. 5. 2 1. 19	—	—	—	6	8	12	7	1	—	—										
K. 5. 14. 4	—	—	3	11	22	22	9	3	—	—	K. 5. 14. 4. 29	—	—	1	5	7	5	6	—	—	—	K. 5. 14. 4. 14	—	—	1	4	8	6	1	—
											K. 5. 14. 4. 48	—	—	1	1	4	5	3	1	—	—	K. 5. 14. 4. 59	1	2	3	6	5	5	3	—
																							K. 5. 14. 4. P.	—	2	4	8	8	5	4	—
K. 5. 16. 6	—	—	2	13	19	18	10	4	—	—	K. 5. 16. 6. 2	—	—	1	9	11	9	1	—	—	—										
K. 5. 17. 12	—	—	2	8	10	8	5	1	—	—	K. 5. 17. 12. 31	—	—	2	5	5	5	1	—	—	—										
K. 6. 4. 13	—	—	8	19	21	6	2	—	—	—	K. 6. 4. 13. 46	—	2	4	4	8	4	4	1	—	—	K. 6. 4. 13. 46	—	5	3	4	2	1	1	—
																							K. 6. 4. 13. 49	—	1	4	4	11	1	—	—
																							K. 6. 4. 13. 59	—	4	4	6	3	2	—	—
																							K. 6. 4. 13. 69	—	3	4	4	7	1	—	—
																							K. 6. 4. 13. 72	—	2	2	5	6	3	1	—
																							K. 6. 4. 13. 73	—	3	4	9	3	1	2	—
K. 6. 4. 35	—	1	9	31	30	26	10	3	1	—	K. 6. 4. 35. 43	—	1	1	7	6	4	—	—	—	—	K. 6. 4. 35. 108	—	7	17	9	—	—	—	—
																							K. 6. 4. 35. 109	—	3	6	6	5	—	—	—
																							K. 6. 4. 35. 143	—	3	6	7	3	1	—	—
																							K. 6. 4. 35. P.	2	11	13	11	3	—	—	—
K. 6. 5. 23	—	2	6	21	33	28	19	7	2	—	K. 6. 5. 23. 35	—	—	1	3	5	5	4	—	—	—										
K. 6. 7. 18	—	2	7	28	27	18	5	—	—	—	K. 6. 7. 18. 31	—	3	12	3	—	—	—	—	—	—	K. 6. 7. 18. 69	—	4	10	10	4	1	—	—
											K. 6. 7. 18. 87	—	2	2	4	6	1	—	—	—	—	K. 6. 7. 18. 56	—	7	6	5	3	1	1	—
																							K. 6. 7. 18. 79	—	10	5	5	4	1	—	—
																							K. 6. 7. 18. P.	3	15	11	8	—	—	—	—
K. 6. 9. 5	—	—	1	5	19	15	6	—	—	—	K. 6. 9. 5. 3	—	—	1	3	5	5	2	—	—	—										
K. 6. 9. 7	—	—	3	9	33	16	5	2	—	—	K. 6. 9. 7. 8	—	—	1	4	6	3	1	—	—	—	K. 6. 9. 7. 59	—	—	2	9	10	6	1	—
																							K. 6. 9. 7. P.	—	—	2	7	11	15	3	—

24.	Gemiddelde der plant 1925. M. pl. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1925. M. r. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1926. M. r. '26 ± m.	V. (P. '26—R. '26) ± mv. of V. (R. '25—R. '26) ± mv.	OPMERKINGEN a = verschil tusschen gemiddelde P. '26 en Ras '26. b = verschil tusschen gemiddelde Ras '25 en Ras '26.	
62	4.36 ± 0.27	4.13	3.53 ± 0.22			
			3.42 ± 0.24			
			2.82 ± 0.31			
			3.33 ± 0.32			
			4.04 ± 0.27			
62	3.94 ± 0.25	5.11	4.26 ± 0.19			
			4.42 ± 0.23			
83	4.09 ± 0.25	5.83	4.76 ± 0.21			
			4.39 ± 0.26			
64	5.24 ± 0.23	3.23	4.89 ± 0.17			
			4.38 ± 0.17			
64	7.64 ± 0.41	5.53	4.73 ± 0.25			
			4.85 ± 0.26			
64	5.28 ± 0.56	5.55	5.00 ± 0.28			
			4.43 ± 0.19			
64	4.07 ± 0.34	4.85	2.72 ± 0.12			
			4.13 ± 0.23			
			4.64 ± 0.31			
			4.48 ± 0.32			
			4.00 ± 0.30			
50	5.38 ± 0.14	6.20 ± 0.15	4.08 ± 0.21	+ 2.12 ± 0.25	b	— 0.01 ± 0.30 (a).
			4.52 ± 0.25	+ 1.68 ± 0.29	b	— 0.45 ± 0.33 (a).
			4.07 ± 0.25	+ 2.13 ± 0.26	b	
88	4.50 ± 0.12	4.88 ± 0.13	4.35 ± 0.20	+ 0.53 ± 0.24	b	
			4.62 ± 0.15	+ 0.26 ± 0.20	b	
			4.14 ± 0.12	+ 0.74 ± 0.15	b	
			4.43 ± 0.29	+ 0.45 ± 0.32	b	
00	5.73 ± 0.16	5.19 ± 0.14				
66	5.42 ± 0.24	5.44 ± 0.15	5.10 ± 0.21	+ 0.34 ± 0.26	b	
	5.63 ± 0.33		4.56 ± 0.32	+ 0.88 ± 0.36	b	
			4.81 ± 0.40	+ 0.63 ± 0.43	b	
40	5.00 ± 0.17	5.50 ± 0.15				
35	4.89 ± 0.26	5.23 ± 0.12				
90	4.89 ± 0.30	4.12 ± 0.14	3.63 ± 0.37	+ 0.49 ± 0.40	b	
			4.33 ± 0.22	— 0.21 ± 0.26	b	
			3.73 ± 0.26	+ 0.39 ± 0.29	b	
			3.95 ± 0.27	+ 0.17 ± 0.31	b	
			4.47 ± 0.30	— 0.35 ± 0.33	b	
			4.05 ± 0.29	+ 0.07 ± 0.32	b	
90	4.58 ± 0.24	5.06 ± 0.10	3.06 ± 0.12	+ 2.00 ± 0.16	b	— 0.01 ± 0.20 (a).
			3.65 ± 0.23	+ 1.41 ± 0.25	b	— 0.60 ± 0.29 (a).
			3.65 ± 0.24	+ 1.41 ± 0.26	b	— 0.60 ± 0.30 (a).
			3.05 ± 0.16	+ 2.01 ± 0.19	b	
31	5.47 ± 0.27	5.44 ± 0.13				
26	3.00 ± 0.14	4.20 ± 0.12	3.59 ± 0.19	+ 0.61 ± 0.23	b	— 0.94 ± 0.26 (a).
			3.48 ± 0.29	+ 0.72 ± 0.33	b	— 0.83 ± 0.32 (a).
			3.24 ± 0.29	+ 0.96 ± 0.33	b	— 0.59 ± 0.32 (a).
			2.65 ± 0.15	+ 1.55 ± 0.19	b	
42	5.22 ± 0.33	5.76 ± 0.11				
42	4.94 ± 0.25	5.26 ± 0.12	4.86 ± 0.18	+ 0.40 ± 0.25	b	
			5.77 ± 0.24	— 0.51 ± 0.28	b	

TABEL 7 (Vervolg).

No. Ras 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Plant 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Ras 1926.	Aantal peulen m draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8
K. 6.11. 5	—	—	3	9	10	8	6	7	7	15	K. 6.11. 5.28	—	2	2	1	1	—	—	1	1	10	K. 6.11. 5.49	—	5	4	9	3	2	1	—
																						K. 6.11. 5. 9	—	1	6	16	7	—	—	—
																						K. 6.11. 5.60	—	2	5	6	7	5	2	
																						K. 6.11. 5.P.	—	2	3	4	8	8	3	
K. 6.11. 6	—	1	6	30	34	9	1	—	—	—	K. 6.11. 6.21	—	2	4	6	10	5	4	2	—	—	K. 6.11. 6.29	—	2	3	3	6	7	1	
																						K. 6.11. 6.48	—	6	6	4	4	1	1	—
																						K. 6.11. 6.77	—	1	2	4	5	2	—	
																						K. 6.11. 6.83	—	2	6	7	4	1	1	—
K. 7.10.10	—	—	2	10	25	18	19	7	1	1	K. 7.10.10.79	—	—	—	3	4	1	3	2	—	—	K. 7.10.10.48	—	—	3	6	7	2	10	
																						K. 7.10.10.59	—	—	1	9	8	1	2	—
																						K. 7.10.10.79	—	—	2	12	9	5	5	
K. 7.12.21	—	—	2	7	18	19	19	12	4	2	K. 7.12.21.43	—	—	1	1	5	12	7	3	1	—	K. 7.12.21.87	—	—	1	5	10	2	4	
																						K. 7.12.21.P.	1	3	6	5	9	3	3	
K. 8. 3. 3	3	14	21	17	5	2	—	1	—	—	K. 8. 3. 3.30	3	19	19	33	11	—	—	—	—	—										
K. 11.29.12	—	—	—	—	—	—	—	1	4	36	K. 11.29.12.27	—	—	—	—	2	1	2	2	5	19										
K. 13.13. 9	—	3	20	37	30	8	8	2	6	22	K. 13.13. 9. 1	—	1	7	16	18	12	10	5	1	—	K. 13.13. 9.57	—	4	12	8	3	3	—	—
											K. 13.13. 9.12	—	8	14	17	4	1	—	—	—	—	K. 13.13. 9.68	—	2	7	4	—	—	—	—
																						K. 13.13. 9.69	—	—	—	—	—	—	—	—
K. 15. 1.14	1	10	18	31	11	2	—	—	—	—	K. 15. 1.14. 2	—	—	3	12	13	7	—	—	—	—										
K. 19. 1. 1	—	1	11	24	24	8	1	—	—	—	K. 19. 1. 1. 4	—	3	10	11	2	—	—	—	—	—	K. 19. 1. 1. 7	1	5	7	4	2	—	—	—
																						K. 19. 1. 1.19	—	—	1	10	16	1	—	—
																						K. 19. 1. 1.29	—	1	4	5	5	3	1	—
																						K. 19. 1. 1.39	—	5	5	5	3	1	—	—
																						K. 19. 1. 1.46	—	—	3	18	9	1	—	—
																						K. 19. 1. 1.59	—	3	7	6	2	1	—	—
																						K. 19. 1. 1.58	—	1	6	11	7	3	—	—
																						K. 19. 1. 1.63	1	1	5	6	6	2	1	—
K. 19.14. 4	—	1	2	8	26	21	10	5	1	2	K. 19.14. 4. 1	—	—	—	10	21	16	9	2	—	—	K. 19.14. 4.79	—	1	3	4	5	4	1	
																						K. 19.14. 4.P.	1	5	13	4	11	6	2	—
K. 19. 6. 6	—	—	5	11	11	9	4	2	—	—	K. 19. 6. 6.16	—	1	3	4	4	3	1	—	—	—	K. 19. 6. 6.28	—	—	2	9	8	4	—	—
											K. 19. 6. 6.26	—	2	5	8	2	—	—	—	—	—	K. 19. 6. 6.29	—	—	2	4	13	2	—	—
																						K. 19. 6. 6.P.	—	—	3	15	13	6	—	—
K. 19.14. 6	—	1	3	11	19	14	11	7	—	—	K. 19.14. 6.21	—	—	2	8	8	3	—	—	—	—	K. 19.14. 6. 9	1	2	6	4	3	2	1	
																						K. 19.14. 6.34	—	2	5	8	5	2	—	—
																						K. 19.14. 6.P.	—	—	1	5	6	6	5	
4. a.											4. a. 3	—	—	4	5	3	6	—	—	2	—	4. a. '25	—	2	3	5	3	—	—	—
																						4. a. 1	—	2	9	4	5	1	—	—
																						4. a. 2	—	1	11	7	2	—	—	—
																						4. a. 22	—	—	5	20	1	—	—	—
4. b.											4. b. 5	—	3	6	5	7	2	—	—	—	—	4. b. '25	—	3	9	2	—	—	—	—
											4. b. 17	—	2	7	6	3	1	—	—	—	—										
4. c.											4. c. 12	—	1	2	5	3	4	2	1	2	1										
6. a.	—	5	8	10	4	1	2	—	—	—	6. a. 14	—	4	7	11	5	—	—	—	—	—	6. a. '25	—	6	5	1	1	—	—	—
																						6. a. 25	—	—	5	1	—	—	—	—
																						6. a. 27	1	6	4	1	—	—	—	—
																						6. a. P.	2	8	7	2	—	—	—	—
6. b.	—	5	8	4	4	—	2	—	—	—	6. b. 15	—	1	8	7	4	4	1	—	—	—	6. b. 24	—	—	10	—	—	—	—	—
																						6. b. 12	—	4	16	—	—	—	—	—
7. a.											7. a. 26	—	—	1	3	5	1	2	3	2	11									
7. b.											7. b. 3	—	—	4	2	10	6	—	—	—	—									

24.	Gemiddelde der plant 1925. M. pl. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1925. M. r. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1926. M. r. '26 ± m.	V. (P. '26—R. '26) ± mv. of V. (R. '25—R. '26) ± mv.		OPMERKINGEN a = verschil tusschen gemiddelde P. '26 en Ras '26. b = verschil tusschen gemiddelde Ras '25 en Ras '26.
21	7.56 ± 0.75	6.98 ± 0.31	3.83 ± 0.24	+ 3.15 ± 0.38	b	
			3.97 ± 0.20	+ 3.01 ± 0.37	b	Splitsing treedt hier duidelijk op.
			4.64 ± 0.28	+ 2.34 ± 0.42	b	
			6.50 ± 0.36	+ 0.48 ± 0.48	b	
21	4.97 ± 0.27	4.56 ± 0.31	5.20 ± 0.35	— 0.64 ± 0.37	b	
			3.59 ± 0.30	+ 0.97 ± 0.32	b	Ook in deze familie treedt splitsing op.
			5.58 ± 0.55	— 1.02 ± 0.56	b	
			4.00 ± 0.25	+ 0.56 ± 0.27	b	
05	5.77 ± 0.40	5.87 ± 0.15	5.94 ± 0.28	— 0.07 ± 0.32	b	
			4.79 ± 0.21	+ 1.16 ± 0.26	b	
			5.29 ± 0.23	+ 0.58 ± 0.27	b	
76	6.20 ± 0.22	6.30 ± 0.17	5.67 ± 0.30	+ 0.63 ± 0.35	b	
			5.03 ± 0.36	+ 1.27 ± 0.40	b	
50	2.81	3.29				
54	9.07	9.35				
14	5.26 ± 0.18	5.57 ± 0.21	3.63 ± 0.21	+ 1.94 ± 0.29	b	In deze familie is zeer duidelijk afsplitsing van zeer sterken draad waar te nemen. Reeds in 1925 goed te bemerken door de twee-toppige curve bij het ras.
	3.14 ± 0.16		3.57 ± 0.47	+ 2.00 ± 0.51	b	
			10.00 ± 0.00	— 4.43 ± 0.21	b	
64	4.69	3.62				Zeer slecht opgekomen in 1926.
25	3.46 ± 0.16	4.44 ± 0.12	3.05 ± 0.27	+ 1.39 ± 0.29	b	
			4.61 ± 0.12	— 0.17 ± 0.16	b	
			4.42 ± 0.29	+ 0.02 ± 0.31	b	
			3.47 ± 0.27	+ 0.97 ± 0.30	b	
			4.26 ± 0.12	+ 0.18 ± 0.17	b	
			3.63 ± 0.24	+ 0.81 ± 0.26	b	
			4.18 ± 0.22	+ 0.26 ± 0.25	b	
			4.14 ± 0.29	+ 0.30 ± 0.31	b	
20	5.55 ± 0.14	5.64 ± 0.17	5.48 ± 0.43	+ 0.16 ± 0.46	b	
			4.07 ± 0.30	+ 1.57 ± 0.35	b	
58	4.50 ± 0.33	5.05 ± 0.21	4.61 ± 0.23	+ 0.44 ± 0.31	b	
			4.71 ± 0.17	+ 0.34 ± 0.26	b	
			4.59 ± 0.14	+ 0.46 ± 0.25	b	
20	4.57 ± 0.17	5.41 ± 0.18	4.78 ± 0.45	+ 0.63 ± 0.49	b	
			4.00 ± 0.23	+ 1.41 ± 0.29	b	
			5.89 ± 0.29	— 0.48 ± 0.34	b	
33	5.07 ± 0.45	5.17	3.69 ± 0.27			Van hetzelfde monster boonen, als reeds in 1925 uitgezaaid is, werden in 1926 weer planten geteeld onder 4. a. '25, wier gemiddelde (3.69 ± 0.27) verder gebruikt werd ter bepaling van de afwijkingen van de gemiddelden der overige rassen (c). Deze familie is constant, de draadgetallen in 1926 zijn lager.
			3.71 ± 0.24	— 0.02 ± 0.36	c	
			3.48 ± 0.13	+ 0.21 ± 0.29	c	
			3.85 ± 0.09	— 0.16 ± 0.29	c	
			3.53 ± 0.15	+ 0.16 ± 0.31	c	
33	3.95 ± 0.25	4.94	2.93 ± 0.16	+ 2.01		Men lette op het groote verschil.
	3.78 ± 0.24					
33	5.70	4.87				
88	3.63 ± 0.14	3.80 ± 0.253	2.77 ± 0.23	+ 1.03 ± 0.35	b	Verschil met 6. a. '25
			3.17 ± 0.15	+ 0.63 ± 0.30	b	— 0.40 ± 0.29
			2.45 ± 0.22	+ 1.38 ± 0.33	b	+ 0.32 ± 0.23
			2.74 ± 0.14	+ 1.06 ± 0.29	b	+ 0.03 ± 0.28
88	4.20 ± 0.25	3.65 ± 0,25	3.00 ± 0.00	+ 0.65 ± 0.25	b	
			2.80 ± 0.09	+ 0.85 ± 0.27	b	
86	5.78	5.58				
86	4.81	5.73				

Slechte opkomst, de draadgetallen in 1926 zijn lager dan die van 1925, deze familie is zeer waarschijnlijk constant. (Zie verschil met 6. a. '25).

TABEL 7 (Vervolg).

No. Ras 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Plant 1925.	Aantal peulen met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Ras 1926.	Aantal peulen me draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8
13. a	—	2	—	—	1	2	1	1	3	15	13. a. 7	—	—	1	1	2	4	4	2	4	6									
13. b	—	—	2	1	4	2	3	5	—	—	13. b. 11	—	1	4	3	4	3	—	4	1	11									
13. c	—	3	1	—	1	2	4	5	1	12	13. c. 2	—	1	2	3	2	3	3	2	3	26	13. c. 9	—	—	3	—	2	—	—	1
																						13. c. 19	—	2	1	2	—	2	—	—
																						13. c. P	—	1	3	2	1	3	2	2
13. d	—	1	2	—	2	2	4	4	2	8	13. d. 14	—	—	—	—	2	2	1	2	1	60									
10. a											10. a. 3	—	—	—	1	4	3	8	—	—	—									
10. b											10. b. 5	1	2	2	5	5	2	1	5	—	—	10. b. 10	—	—	2	2	3	1	—	1
																						10. b. 11	—	1	4	5	4	1	—	—
																						10. b. 13	—	1	3	4	3	1	—	—
																						10. b. P	—	—	2	9	7	2	—	—
14. a											14. a. 19	—	1	2	4	3	2	1	2	1	1	14. a. 8	—	1	1	2	1	7	3	7
																						14. a. 9	—	—	1	5	2	5	2	6
																						14. a. P	—	—	1	5	7	10	2	7
17. a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	17. a. 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	[2] 17. a. '25	—	4	2	7	1	1	2	4
																						17. a. '25	—	—	—	—	—	1	2	1
																						17. a. 9	—	—	1	5	2	5	2	6
																						17. a. 19	—	1	3	5	2	—	4	9
																						17. a. P	—	1	2	5	3	3	4	9
17. b											17. b. 1	1	1	—	—	—	2	1	2	2	3	17. b. 18	—	—	—	—	—	—	6	7
																						17. b. 19	—	—	1	—	—	1	3	5
																						17. b. P	—	1	1	1	—	—	6	12
17. c											17. c. 2	—	—	—	1	4	7	3	3	2	6	[3] 17. c. '25	—	1	2	—	—	—	4	6
																						17. c. '25	—	—	—	—	—	—	—	—
17. d											17. d. 16	—	4	5	2	1	1	—	—	—	—										
18. a											18. a. 2	—	—	1	4	6	4	3	—	—	—	18. a. 3	—	3	7	2	1	—	—	—
																						18. a. 5	—	—	2	9	2	—	—	—
																						18. a. 6	—	4	4	2	1	—	—	—
																						18. a. 7	—	—	3	12	2	—	—	—
																						18. a. 9	—	—	1	12	6	—	—	—
																						18. a. 13	—	1	4	7	3	1	—	—
18. b											18. b. 5	—	—	5	5	5	5	2	—	—	—									
21. a											21. a. 3	—	—	1	—	—	2	1	1	2	5	21. a. 13	—	—	—	—	—	—	7	7
																						21. a. P	—	—	—	—	—	—	12	6
21. b											21. b. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24										
23. a											23. a. 2	—	—	2	4	4	3	—	—	—	—	23. a. 15	—	2	4	9	6	2	—	—
											9	—	2	4	3	4	7	2	—	—	—	23. a. 14	—	1	5	5	5	1	—	—
																						23. a. P	—	2	13	19	9	1	—	—
27. a	—	—	—	—	—	—	—	3	1	9	27. a. 1	—	—	—	1	1	2	1	1	1	17									
27. b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	27. b. 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14									

'24.	Gemiddelde der plant 1925. M. pl. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1925. M. r. '25 ± m.	Gemiddelde van het ras 1926. M. r. '26 ± m.	V. (P. '26—R. '26) ± mv. of V. (R. '25—R. '26) ± mv.	OPMERKINGEN a = verschil tusschen gemiddelde P. '26 en Ras '26. b = verschil tusschen gemiddelde Ras '25 en Ras '26.	
00	7.68 ± 0.41	8.52 ± 0.48				
00	5.35 ± 0.49	6.06 ± 0.45				
00	8.27 ± 0.45	7.69 ± 0.49	6.40 ± 0.87	+ 1.29 ± 1.00	b	
			6.71 ± 0.79	+ 0.98 ± 0.93	b	Splitsing; zie de variatie.
			7.12 ± 0.54	+ 0.57 ± 0.72	b	
00	9.62 ± 0.14	7.52 ± 0.48				
49	6.12	3.34				
49	5.11 ± 0.43	3.36	4.78 ± 0.49	— 0.33 ± 0.52	a	
			4.00 ± 0.27	+ 0.45 ± 0.31	a	
			4.00 ± 0.31	+ 0.45 ± 0.36	a	
			[1] 4.45 ± 0.18			[1] M P '26 ± M.
41	5.55 ± 0.53	6.55	7.62 ± 0.32	— 1.07		
			8.01 ± 0.42	— 1.46		2-toppige curve, vooral bij 14 a. P zeer duidelijk.
			7.37 ± 0.28	— 0.82		
36	10.00 ± 0.00	10.00 ± 0.00				[2] Een week te vroeg geplukt, draad is nog niet volwassen.
			9.43 ± 0.25	+ 0.67 ± 0.25	b	
			7.79 ± 0.34	+ 2.29 ± 0.34	b	
			6.68 ± 0.44	+ 3.32 ± 0.44	b	Splitsing.
			7.36 ± 0.35	+ 2.64 ± 0.34	b	
36	8.00 ± 0.87	6.67	8.84 ± 0.15	— 2.17		
			8.87 ± 0.29	— 2.20		Splitsing, zie vooral 17. b. P.
			8.57 ± 0.31	— 1.90		
36	7.00 ± 0.45	9.28				[3] Een week te vroeg geplukt.
			9.94 ± 0.05			
36	3.23	9.11				
71	5.22 ± 0.27	3.39	3.08 ± 0.23	+ 0.31		Familie 18. a is constant.
			4.00 ± 0.15	— 0.61		
			3.00 ± 0.29	+ 0.39		
			3.94 ± 0.13	— 0.55		
			4.26 ± 0.13	— 0.87		
			3.94 ± 0.24	— 0.55		
71	4.73	5.00				
34	8.17 ± 0.62	7.36	8.21 ± 0.24	— 0.85		
			8.60 ± 0.28	— 1.44		
34	10.00 ± 0.00	7.94				
14	4.61 ± 0.32	6.09	4.09 ± 0.22	+ 2.00		— 0.20 ± 0.26 (a).
	4 91 ± 0.33		4.00 ± 0.25	+ 2.09		— 0.11 ± 0.28 (a).
			3.89 ± 0.13	+ 2.20		
72	8.96 ± 0.38	9.46 ± 0.22				
72	10.00 ± 0.00	10.00 ± 0.00				

TABEL 7 (Vervolg).

STOKBOON

No. Ras 1925.	Aantal planten met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No. Ras 1926.	Aantal planten met draadgetal: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	M.-'24.	Gemiddeld van het ras 1925, M. r. '25 ±
S. 1. 7	1	5	9	10	—	—	—	—	—	—	S. 1. 7. '25	1	11	3	—	—	—	—	—	—	4.00	3.15 ± 0.1
											S. 1. 7. 4	—	17	3	1	—	—	—	—	—		
											S. 1. 7. 7	1	11	3	2	—	—	—	—	—		
											S. 1. 7. 18	1	10	6	—	—	—	—	—	—		
											S. 1. 7. P	1	30	134	36	9	3	2	—	—		
S. 1. 10	2	7	8	4	—	—	—	—	—	—	S. 1. 10. P	—	11	112	32	2	—	—	—	—	4.00	2.67 ± 0.1
S. 1. 25	1	13	11	66	—	—	—	—	—	—	S. 1. 25. P	—	10	102	21	—	—	—	—	—	4.00	2.60 ± 0.1
S. 3. 9	1	4	8	9	1	—	—	—	—	—	S. 3. 9. '25	—	8	2	1	—	—	—	—	—	4.19	3.22 ± 0.1
											S. 3. 9. 6	1	10	16	15	1	—	—	—	—		
											S. 3. 9. 7	4	15	11	2	—	—	—	—	—		
											S. 3. 9. 8	1	18	17	8	—	—	—	—	—		
											S. 3. 9. P	—	10	86	12	—	—	—	—	—		
S. 3. 11	1	4	10	4	1	—	—	—	—	—	S. 3. 11. 25	—	—	3	5	1	5	2	4	—	4.19	3.00 ± 0.2
											S. 3. 11. 26	—	—	—	4	4	3	3	2	6		
											S. 3. 11. 28	—	1	—	2	1	—	1	1	7		
S. 3. 24	2	5	6	6	3	2	1	1	—	—	S. 3. 24. 16	2	12	6	—	—	—	—	—	—	4.19	3.60 ± 0.3
											S. 3. 24. P	1	15	4	1	—	—	—	—	—		
S. 4. 10	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—	S. 4. 10. 4	3	16	3	2	—	—	—	—	—	3.12	2.76 ± 0.3
											S. 4. 10. 18	2	7	—	—	—	—	—	—	—		
											S. 4. 10. P	—	14	41	13	3	1	—	1	—	—		
S. 4. 14	1	7	7	5	2	1	—	—	—	—												3.12	3.13 ± 0.2
S. 4. 24	2	6	7	4	—	—	—	—	—	—												3.12	2.68 ± 0.1
S. 10. 3	—	1	5	7	11	6	3	—	—	—	S. 10. 3. '25	—	3	3	5	2	—	—	—	—	—	2.44	4.67 ± 0.2
											S. 10. 3. 1	1	7	3	10	3	1	—	—	—		
											S. 10. 3. 2	—	1	5	8	5	1	—	—	—		
											S. 10. 3. 4	—	—	4	15	9	2	—	—	—		
											S. 10. 3. P	—	3	5	11	13	2	1	1	—	—		
S. 10. 6	—	—	4	6	5	1	1	—	—	—												2.44	4.35 ± 0.2
S. 10. 11	—	1	2	9	5	1	—	—	—	—												2.44	4.17 ± 0.2
S. 13. 6	—	—	—	3	9	5	4	2	—	—	S. 13. 6. '25	—	6	6	7	4	—	—	—	—	—	2.89	5.69 ± 0.2
											S. 13. 6. 1	—	1	7	12	4	2	—	1	—	—		
											S. 13. 6. 2	—	—	6	6	9	2	1	—	—	—		
											S. 13. 6. 11	—	5	10	8	3	—	—	—	—	—		
											S. 13. 6. P	1	11	13	10	3	—	—	—	—	—		
S. 13. 14	—	—	2	10	66	5	5	3	1	—												2.89	5.44
S. 13. 24	—	—	4	8	11	7	3	2	1	—												2.89	5.19
S. 21. 11	—	—	—	—	1	—	—	—	—	17	S. 21. 11. 4	—	—	—	—	—	—	—	1	2	11	4.05	9.72 + 0.2
											S. 21. 11. P	—	—	1	1	—	—	1	—	1	21		
S. 21. 12	—	—	—	—	—	—	1	2	3	6													
S. 21. 16	—	—	—	—	—	—	—	2	2	15													
S. 22. 12	—	—	—	3	3	3	3	1	—	2	S. 22. 12. 3	—	—	2	2	4	8	3	4	2	1	2.62	6.27 ± 0.4
											S. 22. 12. 12	—	—	—	1	7	6	2	4	5	2		
											S. 22. 12. 15	—	1	1	4	6	6	7	3	4	3		
											S. 22. 12. P	—	1	2	3	4	5	—	—	—	6		
S. 22. 18	—	1	2	4	2	2	2	1	2	6	S. 22. 18. '25	—	—	1	1	—	5	1	3	3	6	2.62	6.91 ± 0.6
											S. 22. 18. 5	—	1	1	3	5	2	—	2	2	5		
											S. 22. 18. P	—	—	—	1	6	5	—	5	4	16		
S. 22. 40	—	—	1	7	5	2	1	1	1	4	S. 22. 40. '25	—	—	2	2	4	6	1	2	1	2	2.62	6.00 ± 0.5
											S. 22. 40. 15	—	—	—	2	4	2	2	3	3	12		
											S. 22. 40. P	—	1	2	2	2	4	5	5	4	9		
W.D.A.S.N	—	—	1	3	4	3	3	3	2	14	W.D.A.S.N. '25	—	1	1	3	3	2	1	3	—	6	—	7.76 ± 0.4
											" 4	—	1	1	1	5	3	6	3	—	2		
											" 15	—	—	—	—	1	—	—	1	1	23		
											" P	—	—	2	4	4	1	2	—	1	11		

NDELSRASSEN).

middelde van het as 1926. r. '26 ± m.	V. (R. '25—R. '26) ± mv.	V. (R. ('25)'26— R. '26) ± mv.	OPMERKINGEN.
13 ± 0.13	+ 1.02 ± 0.19		In S. 1. 7 een zeer groote „jaarvariatie".
19 ± 0.12	+ 0.96 ± 0.21	— 0.06 ± 0.18	
35 ± 0.19	+ 0.80 ± 0.26	— 0.22 ± 0.23	Constant.
29 ± 0.14	+ 0.86 ± 0.22	— 0.16 ± 0.19	
19 ± 0.05	— 0.04 ± 0.18		Op ander gedeelte van het terrein geteeld, van elke plant 10 perceelen.
16 ± 0.14	— 0.49 ± 0.20		Idem als S. 1. 7. P.
06 ± 0.04	— 0.46 ± 0.17		Idem als S. 1. 7. P.
36 ± 0.19	+ 0.86 ± 0.28		Jaarvariatie.
37 ± 0.12	— 0.15 ± 0.23		
34 ± 0.13	+ 0.88 ± 0.23		
73 ± 0.18	+ 0.49 ± 0.26		
02 ± 0.04	+ 0.20 ± 0.20		Zie S. 1. 7. P.
50 ± 0.39	— 2.50 ± 0.44		
04 ± 0.46	— 4.04 ± 0.50		Afsplitsing van sterken draad.
69 ± 0.79	— 4.69 ± 0.82		
02 ± 0.14	+ 1.58 ± 0.35		
24 ± 0.13	+ 1.36 ± 0.34		
17 ± 0.15	+ 0.60 ± 0.36		
78 ± 0.14	+ 0.89 ± 0.36		
18 ± 0.11	— 0.51 ± 0.32		Zie S. 1. 7. P.
46 ± 0.27	+ 1.21 ± 0.37		
40 ± 0.25	+ 1.27 ± 0.34	+ 0.06 ± 0.37	
00 ± 0.26	+ 0.67 ± 0.31	— 0.54 ± 0.35	
30 ± 0.14	+ 0.37 ± 0.27	— 0.84 ± 0.31	
86 ± 0.19	— 0.19 ± 0.30	— 1.40 ± 0.33	
35 ± 0.22	+ 2.34 ± 0.33		Zeer groote jaarvariatie.
29 ± 0.28	+ 2.40 ± 0.38	+ 0.04 ± 0.37	
42 ± 0.22	+ 2.27 ± 0.33	— 0.07 ± 0.31	Constant.
35 ± 0.18	+ 2.34 ± 0.30	0.00 ± 0.29	
08 ± 0.16	+ 2.61 ± 0.29	+ 0.27 ± 0.28	
71 ± 0.17	+ 0.01 ± 0.32		
40 ± 0.37	+ 0.32 ± 0.46		
54 ± 0.37	— 0.27 ± 0.60		Heterozygoot?
39 ± 0.32	— 0.62 ± 0.57		„
57 ± 0.34	— 0.30 ± 0.58		„
19 ± 0.38	+ 0.08 ± 0.64		„
75 ± 0.47	— 0.84 ± 0.78		„
57 ± 0.57	+ 0.34 ± 0.84		„
11 ± 0.34	— 1.20 ± 0.67		„
10 ± 0.45	— 0.10 ± 0.65		„
03 ± 0.45	— 2.03 ± 0.67		„
15 ± 0.58	— 1.45 ± 0.74		„
75 ± 0.57	+ 1.01 ± 0.69		Een nieuw gewonnen ras. Hierin treedt splitsing op, hoewel dit niet goed te zien is aan de gemiddelden.
27 ± 0.41	+ 1.49 ± 0.57		
70 ± 0.23	— 1.94 ± 0.46		
24 ± 0.56	+ 0.52 ± 0.69		

TABEL 7b.

N°. ras.	Gem. 1925.	Var. br.	Gem. 1926.	Var. br.	Opmerkingen gemaakt naar aanleiding van tabel 7.
4. a	5,17		3,69 ± 0,275	2—5	waarsch. constant.
6. a	3,80 ± 0,253	2—7	2,77 ± 0,230	2—5	" "
17. a	10,00 ± 0,000	10	9,43 ± 0.248	6—10	kan pluk-invloed zijn.
17. c	9,28		9,94 ± 0,054	9—10	geen verschil.
S. 1. 7	3,15 ± 0,172	1—4	2,13 ± 0,129	1—3	waarsch. constant.
S. 3. 9	3,22 ± 0,194	1—5	2,36 ± 0,194	2—4	" "
S. 10. 3	4,67 ± 0,227	2—7	3,46 ± 0,274	2—5	" "
S. 13. 6	5,69 ± 0,241	4—8	3,35 ± 0,223	2—6	" "
S. 22. 40	6,00 ± 0,499	3—10	6,19 ± 0,447	3—10	heterozygoot.
S. 22. 18	6,91 ± 0,691	2—10	7,75 ± 0,468	3—10	"
WDA.S.N	7,76 ± 0,399	3—10	6,75 ± 0,399	2—10	"

TABEL 8.

DE IN 1925 VOLGENS METHODE I ONDERZOCHTE RASSEN, NIET IN TABEL 7 INGEVULD.

N°. Ras.	Z	T	DR	Z.DR	N°. Ras.	Z	T	DR	Z.DR.
4a	1	6	10	1	21d. . . .	—	1	1	6
4b	2	7	9	1	23a. . . .	9	4	2	—
4c	2	4	15	1	K. 1. 12. 2 .	—	5	10	—
7a	3	7	7	7	K. 2. 14. 5 .	2	31	22	3
7b	3	5	12	5	K. 3. 12. 1 .	3	15	12	—
17a	—	3	8	6	K. 3. 12. 2 .	4	12	14	1
17b	2	5	7	13	K. 3. 15. 2 .	8	18	11	—
17c	—	—	2	18	K. 3. 15. 3 .	2	20	24	4
17d	—	—	2	16	K. 3. 25. 4 .	1	8	14	2
14a	5	7	7	8	K. 3. 26. 1 .	5	35	19	1
14b	2	7	5	12	K. 3. 26. 4 .	5	24	15	—
14c	—	2	13	8	K. 3. 26. 13.	3	13	36	1
14d	—	1	3	3	K. 4. 14. 3 .	—	9	30	4
10a	2	8	1	—	K. 4. 17. 2 .	2	12	34	1
10b	4	2	3	—	K. 4. 17. 3 .	2	15	42	4
18a	3	4	2	—	K. 4. 17. 4 .	1	7	32	2
18b	—	2	3	—	K. 4. 17. 14.	2	28	36	1
21a	—	2	2	9					

tusschen de draadgetallen 2 en 10. Direct ontstond het vermoeden, dat wij hier te doen hadden met fouten, veroorzaakt door het plukken in te vroeg stadium. Ten einde hieromtrent echter zekerheid te verkrijgen, werd een week na het eerste onderzoek een tweede onderzoek ingesteld, dat geheel andere resultaten opleverde. Wij verkregen nu een variatie van 7—10, waarbij van de 21 peulen er 17 het draadgetal 10 verkregen. Op dezelfde wijze gedroeg zich 17c'25 (zie tabel 7).

Uit dit geval bleek dus, dat het bepalen der draadgetallen niet te vroeg mag geschieden, wil men geen onbetrouwbare gegevens verkrijgen.

Voorts bleek, dat de term „draadloos" of „zonder draad" een verkeerde gedachte opwekt omtrent het gedrag der planten. Zooals de getallen lieten zien, heeft men steeds te bedenken, dat de wijze van draadvorming zeer varieert en men dus zelfs in een zuiver ras verschillen kan aantreffen ten opzichte van de sterkte van den draad. De draadvorming is een physiologische eigenschap, die naar haren aard zeer sterk afhankelijk is van de uitwendige omstandigheden waaronder zij zich ontwikkelen moet. Een plant vererft niet een bepaalden vorm, maar wel de manier, waarop ze reageeren moet op de uitwendige omstandigheden. Alle erfelijkheidsonderzoekers hebben met nadruk hierop gewezen; vooral JOHANNSEN heeft die zijde van het erfelijkheidsvraagstuk sterk belicht; hij heeft ons in zijn klassiek geworden onderzoek over de afmetingen der boonen meteen een goede onderzoekingsmethode aan de hand gedaan. Onderzoekt men een aantal homozygote exemplaren op een varieerende eigenschap, dan krijgt men door groepeering der cijfers een curve, die naarmate het aantal grooter is, een zuiverder waarschijnlijkheidskromme vormt en daardoor een nauwkeurig beeld van de onderzochte eigenschap levert. De berekeningen, die JOHANNSEN gebruikte om de verschillende rassen aan elkaar te toetsen, en om te kunnen bepalen, of hij met genetisch verschillend materiaal werkte, zijn eveneens toegepast. Van belang achtte ik het er op te wijzen, hoe noodzakelijk het is om een groot aantal peulen te onderzoeken. Dit belang geraakt evenwel in den knel door de noodzakelijkheid tevens groote nakomelingschappen te kweeken. Onderzoekt men veel peulen, dan moet de nakomelingschap door het opofferen van zaden klein worden. Hier tusschen door moet dan een weg gezocht worden. Het kiezen van de beste cultuurmethode is vooral aan te bevelen, omdat hierbij het aantal peulen groot wordt.

Een onderzoek van veel peulen is ook gewenscht bij een proef, die ten doel heeft, de erfelijke factoren, die de eigenschap der draadvorming beheerschen, te analyseeren.

Het vermoeden kan wel uitgesproken worden, dat we hier te maken hebben met meer dan één factor, die elk voor zich of gecombineerd met een andere, anders reageert op de uitwendige omstandigheden en dus variaties veroorzaken, die alhoewel verschillend toch niet zoo heel ver uit elkaar zullen liggen. De moeilijkheden waarmee men dus bij een factorenanalyse te kampen zal hebben, kunnen alleen verkleind worden, indien men in de gelegenheid is een zeer groot aantal exemplaren te onderzoeken. Men zal dus constante typen moeten telen, welke niet geheel zonder draad of typen geheel met sterken draad zullen zijn, maar toch ook over een zekere breedte zullen varieeren in draadsterkte, echter met een binnen zekere grenzen constant gemiddelde.

Kan men zooveel planten onderzoeken, dat het aantal geen invloed meer heeft op de juistheid van het gevonden gemiddelde en de gevonden variatiebreedte voor een bepaald jaar, dan is men in staat de juiste reactie der planten op de uitwendige omstandigheden van dat jaar te bepalen. Ook uit dit onderzoek mag men dan echter niet besluiten, dat een ander jaar dezelfde resultaten zal opleveren, immers de uitwendige omstandigheden kunnen in het eene jaar heel anders zijn dan in het andere. Om dit nader aan te toonen, werden in 1926 nog eens enkele rassen van 1925, waarvan zaad was overgebleven, uitgezaaid, en ten tweede male onderzocht. In tabel 7 zijn die rassen gemerkt met '25.

Tabel 7*b* geeft een overzicht van het gevondene.

Wat nu geldend is voor het telen in verschillende jaren, geldt evenzeer voor het kweeken onder verschillende omstandigheden. Zoo kan men, gelet op de bovenomschreven resultaten, er zeker van zijn, dat de resultaten ten opzichte van de draadvorming bij boonen, in de kas geteeld, anders zullen zijn dan die, welke in den vollen grond werden geteeld. Het is daarom noodzakelijk om bij onderzoekingen betreffende sterkte der scheede, niet op het resultaat van één jaar af te gaan. Het bleek ook uit een vergelijking der resultaten, verkregen met het onderzoek der rassen in 1926 en met dat van de rassen, die met P werden aangeduid, behoorende tot dezelfde familie en hetzelfde jaar. Onder P moet dan worden verstaan een kunstmatige populatie, samengesteld uit eenige boonen van alle rassen der familie. Het verschil in het gemiddelde van elk der populaties met dat van het gemiddelde

van het ras, dat in 1925 onderzocht werd, is weer voor het grootste deel toe te schrijven aan den invloed der veranderde omstandigheden in 1926.

Men zie verder de resultaten K.4.18.11; K.6.4.35; 4.a; 6.a; S.1.7 e. a. Ook hier zijn de zeer belangrijke verschillen toe te schrijven aan de veranderde omstandigheden, waaronder de boonen groeien moesten.

De groote variabiliteit uit zich eveneens en op gelijke wijze bij elke plant afzonderlijk. In vele gevallen werd een vrijwel gelijke variatie gevonden voor de plant als voor het ras, waaruit de plant genomen was. Het was ook niet anders te veronderstellen; immers men kan bij onder dezelfde omstandigheden gegroeide individuen, die tevens van gelijke genetische samenstelling zijn, geen afwijkende variabiliteit verwachten. Voor geheel homozygote rassen behoeft dit geen nader betoog, doch men krijgt hetzelfde als men met een ras, bestaande uit gelijk heterozygote individuen te maken heeft. Een ander geval is het evenwel, indien in een ras splitsing optreedt, want dan zijn niet alle individuen van dat ras genetisch gelijk en zal men dus planten verkrijgen, die een geheel afwijkende variatie te zien geven. Het is meestal wel direct aan de variatie te zien, of men al of niet met een ras te doen heeft, waarin alle planten genetisch gelijk zijn, terwijl dit in een volgend jaar bij afzonderlijke cultuur der nakomelingschappen duidelijk uitkomt. Over de variatie-breedte kan nog het volgende opgemerkt worden: Men ziet bij verschillende rassen en planten een variatie optreden over de geheele breedte of over een groot aantal groepen, b.v. 2—8. Deze planten zijn volgens de ondervinding heterozygoot voor een of meer der betreffende factoren. Dit blijkt ook hieruit, dat in een volgend jaar planten met kleinere variatiebreedte uitmendelen.

Zie: K.2,21.16; K.6.11.5; K. 6.11.6; K.13.13.9; 13.c; 17.a; 17.b; S 3.9; S.22.12; WDA.S.N. e. a.

Ten slotte willen wij den telers van draadlooze rassen nog de volgende adviezen verstrekken:

Onderzoek Uw rassen zoo nauwkeurig mogelijk en wel in den aanvang der selectie elke plant afzonderlijk. Teel dan in het volgend jaar de nakomelingschappen afzonderlijk in een groot aantal exemplaren, verzamel vele jaren achtereen voor elk ras afzonderlijk de draadgetallen en bereken hiervan de gemiddelden (draadgemiddelden) met de afwijkingen. Geschiedt dit niet, dan is het uiterst moeilijk de waarde der selectie op het kenmerk der draadloosheid te beoordeelen. Plant verder naast de elite nakomelingschappen ook de voorjarige lijn aan, waaruit die

ontstaan zijn. Pluk de te onderzoeken peulen even na groenrijpheid. Isolatie tegen insectenbezoek is zeer aan te bevelen.

Resumeerende komen wij thans tot de volgende conclusies:

1. Het verschijnsel van zwakken of sterken draad bij de peulen van Phaseolus vulgaris (L.) is sterk variabel en is waarschijnlijk te beïnvloeden door uitwendige omstandigheden.

2. Op één en dezelfde plant van sommige rassen kunnen peulen voorkomen met zwakken en sterken draad.

3. De verschillende rassen hebben voor de draadsterkte een bepaalde variatiebreedte.

4. Rassen, die absoluut vrij zijn van draad, werden niet aangetroffen. Zeer waarschijnlijk komen ze ook niet voor.

5. De rassen, die tot nu toe als draadloos verkocht werden, zijn niet eens constant voor een bepaald gemiddelde.

6. Kruisingsproeven met die rassen kunnen geen betrouwbare gegevens opleveren omtrent het vererven van het kenmerk der draadloosheid.

7. Een bepaalde manier van reageeren op de uitwendige omstandigheden wordt door bepaalde factorencombinaties beheerscht. Wèlke die zijn, is voorloopig nog onbekend.

8. Zeer waarschijnlijk staat een zekere sterkte der draden in verband met den anatomischen bouw der scheede van de vaatbundelgroepen aan rug en buiknaad.

9. Duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn 2 typen van anatomischen bouw. Type S en type HS. Bij de variatie der draadsterkte valt verband met den anatomischen bouw op te merken. De heterozygoten vertoonen een variatie van géén tot zeer sterken draad.

10. Rassen, die constant bleken voor een bepaald type van anatomischen bouw, waren dit nog niet in hun draadsterkten.

INVESTIGATIONS CONCERNING THE „STRINGLESSNESS" OF VARIETIES OF BEANS.

(SUMMARY).

At the Laboratory for Horticultural Research at Wageningen I have, under direction of Prof. A. M. SPRENGER been making investigations with a view to finding an answer to the following questions:

1. Which is the best method for producing stringless strains of beans?

2. Is there any connection between stringiness and stringlessness on the one hand, and the anatomical structure of the pods on the other?

The importance of these investigations needs no further emphasis; we have only to consider the great economy of labour effected by good stringless varieties which will benefit the canning industry in particular.

The following methods were successively applied during the investigations:

METHOD I (1924):

From each plant one pod was boiled separately and thereafter examined for stringiness. The pods were classified as follows, according to the length and strength of the string removed.

Z: stringless,

T: stringiness doubtful,

Dr: string present,

Z. Dr: very strong string present.

This method was very soon proved to be incorrect: one pod of each plant did not represent the character of the whole plant, as a great many varieties of pods appeared to exist on one and the same plant, even Z and Z. Dr.

METHOD II (1925-'26):

At least two pods from each plant were taken for the examination of a variety which were boiled together and tested.

Moreover of each variety one plant was examined and from which we took at least 6 pods. A more detailed description of the characteristics of the string was adopted: they were indicated by a number: the "stringnumber".

1. String entirely lacking.

2. String not continuous; it could only be detached in small pieces, the cells being very tender.

3. String not continuous. The string broke into slightly larger pieces when detached; it was less tender, but could be crushed between thumb and finger.

4. String not continuous. The string broke into still larger pieces, which could be crushed between thumb and finger.

5. String not continuous. The string broke into large pieces which could not be crushed, but which broke easily when stretched.

6. String not continuous. The pieces were strong and coarse.

7. String continuous. Strength as in 5.

8. String continuous. Strength as in 6.

9. String probably continuous. In stripping off the string the pods yielded long pieces which were very strong.

10. String continuous and very strong.

The averages of the rows of figures and the experimental errors were calculated; together they gave a good standard for judging. Method II was corroborated by the anatomical investigations.

THE ANATOMICAL INVESTIGATIONS.

The problem was whether any connection existed between the strength of the string and the anatomical structure of the pod. For this purpose cross sections from a number of pods of the different varieties were made and described. These sections showed an epidermis one cell in thickness with thickened outer cell-walls and scattered hairs; it was covered by a cuticule. A layer of collenchyma one cell in thickness — at the sutures 2 to 3 cells in thickness — was found on the inside of the epidermis.

Small vascular bundles consisting of a few vessels were found all through the section parallel with the outside, they lay in loose parenchyma. At the sutures however complexes of vessels were found grouped in crescent form. The latter vascular bundles were protected on the outside by a group of sclerenchyma, termed in analogy with the same formation in the vascular bundles of stem

and leaves, sheath. Here again there is a group of cells without intercellular spaces and mostly thickened; this group of cells was distinctly to be detected among the surrounding cells.

In the sheath a great diversity exists as regards the nature and outward appearance of the cells.

The cells only arrive at their full development after maturity. See page 7 experiments of E. SCHAFFNIT and K. BÖNING.

On examination it appeared that notwithstanding the great diversity of the sheath, the character was to be classified into 2 principal groups; type S and type HS.

Type S was characterised by the simularity of all the cells in the sheath; all were sclerenchymatic cells more or less impregnated with ligine. Cells with bigger and with smaller lumina occur (see fig. 8 et seq).

Type HS is characterized by a narrow, and often short, group of wood-cells, which may sometimes have sclerenchymatic cells in the inside which lie either alone or joined into larger or smaller groups: Thus here are 2 kinds of cells. The following groupment was adopted in accordance with the more or less strong thickening of the cells-walls in type S and the larger or smaller number of the sclerenchymatic cells in type HS:

In type S, Sp: all cells parenchymatic (extreme variation) fig. 3—7.
Sh: the thickening of the cell wall is not yet to be distinguished from the middle lamella; thus the cells slightly resemble wood-cells (fig. 9).
S_1: the thickening of the cells is to be distinguished from the middle lamella, though it is still not great (fig. 12, 13, 14).
S_2: much thicker than S_1 (fig. 15, 19, 20).
S_3: very thick (fig. 8, 9, 11, 16).

In type HS, HS — 0: only ligneously thickened cells, no sclerenchyma (fig. 21 to the right).
HS — 1: scattered sclerenchymatic cells (fig. 17, 21, 22); marked(a) in the tables if they are present in principle.
HS — 2: a few scattered groups of sclerenchyma (fig. 18*a*).
HS — 3: a few smaller groups, but closer together fig. 23, 24).
HS — 4: much sclerenchyma in groups (fig. 18*b*, 25, 26).

HS — 5: very much sclerenchyma, no longer groups; the wood cells on both sides soon change into sclerenchyma.

It was evident that in no case did any deviation in the sheaths of the separate pods occur in the strains belonging to type S that were examined. This, however, occured sometimes in the varieties classed among type HS.

Table 2 shows nothing directly regarding a possible connection between strength of string and anatomical structure; but from table 3 some conclusions may be arrived at notwithstanding the small number of specimens examined.

The pods showed the following types:

with string number 2 (2 pods): type HS—0.
" " " 3 (8 pods): type HS with more woodcells and scattered sclerenchyma; one pod resembled type S; another resembled a transition to type S.
" " " 4 (14 pods): all showed type HS varying from none to much sclerenchyma but still thin-walled.
" " " 5 (11 pods): one case type S, the other cases type HS, mostly with sclerenchyma.
" " " 6 (3 pods): one showed type S, the others type HS with sclerenchyma.
" " " 7 (2 pods): one showed type S and one type HS — 4 (See n°. 24).
" " " 8 (3 pods): one showed type HS — 4 and 2 type S (h — S_1).
" " " 9 and 10: all type S; very broad and thick layers with S_1-cells in at least one suture.

We want to direct attention to the three exceptions of type S in the pods with a string number lower than 7. If we compare tables 2 and 3, the conclusions will be the same, i. e. that the varieties with a low average mainly have a sheath of type HS, whereas those with a high average show the sheath type S or a wide variation to 10.

INVESTIGATIONS ACCORDING TO METHOD I AND II.

Table 5 gives the results of the investigations of 1923, whilst table 6 gives those of 1924. It should be observed that of the

hybrids only such plants were sown as showed pods Z or T. Thus they were tested according to method I. The only fact which may be inferred from these tables, is that inheritance probably is not so simple as stated in the investigations of S. J. WELLENSIEK (Genetica '22) i.e. one domiant factor for the characteristic „stringless".

It is probable that type S is dependent on one or more dominant characteristics; this is confirmed by the fact that in varieties with type S not a single case of type HS occurs. Besides these factors others probably occur that influence the appearance of a larger or smaller number of sclerenchymatic cells.

Examination of commercial varieties produced the result that no stringless strains were found. Therefore we shall have to be very careful as to the material for crossing and these varieties cannot be used as parent stocks without further investigation. In table 7 the results of the investigations of 1925 and 1926 are summarised. They were obtained by applying method II.

A repetition of the investigations of 1925, based on method I, soon proved the existance of a great variety on one and the same plant. This caused the first method to be abandoned and the second to be worked out. To my regret I had not the time for a renewed investigation, based on method II as to these varieties that had been already tested by metod I; of these varieties we shall therefore only find a figure obtained by averaging the classes Z, T, Dr and Z. Dr. The averages obtained by the calculations of these figures, while serviceable, were of course more or less inexact.

The numbers of the varieties will be found in column 1; the numbers of the pods per class in column 2; then follow the numbers of the plants with the results, after which the numbers of the varieties of 1926 with their relative series of figures. After these are given the averages with the experimental error for same (calculated according to JOHANNSEN) and in the last columns the variation and errors of same. From the results of 1925 it could be concluded that the appearance of the characteristics, "stringy" or "stringless", is not a simple thing, but on the contrary is a very complicated question. The occurrence of the characteristic is as a matter of fact extremely irregular and may vary from stringless to very strongly stringy.

OBSERVATIONS ON TABLE 7.

In order to ascertain something more regarding the exact time of gathering, n°. 17a was again planted out as n°. 17a'25. At a

given moment, when the beans appeared to have arrived at full growth, they were examined and quite different results were obtained from those in 1925; an investigation made a week later produced again quite different results (see tabe 7). The same phenomenon was observed with n°. 17c. This proves that the pods must not be picked too early, as thereby the results lead to conclusions quite different from those obtained when beans are picked riper. Furthermore it is necessary that a very great number be examined and that a very exact pedigree culture is utilised; it is in particular of very great importance that in latter generations all varieties should be readily distinguishable from one another as otherwise it becomes very difficult to derive sound conclusions as we have to deal with a variable feature, that is particulary subject to external circumstances. It is therefore readily imaginable that a constant type has a greater variation and is therefore no longer distinguishable from other constant types of other hereditary composition. Careful working and great numbers alone can be of use here. Thus, in table 7 varieties are seen with a small variationcurve with averages lying very close together, yet differing genetically and besides this, varieties with a very wide variation. The former are generally constant, whereas in the latter a more or less strong segregation is noticed when growing the progeny (See n°. K.2.21.16; K.6.11.5; K.6.11.6; S.3.9; S.22.12 and others).

With different families in 1926 the caracter P is to be found behind the number; this means populations composed of beans from all plants of the strain in 1925. This combination was necessary because we desired to make a comparison with the figures of the year 1925 and beans of that year were no longer available. The expectation was a probably great variation of the averages caused by the changed external conditions in the next year, so that although the race be homozygote in both years, the average could differ greatly. In reality this appeared to be the case (see table 7b p. 38).

The results of table 7 do not give a decisive answer regarding inheritance; however they teach us to be careful with the material we use for genetic research. We have to be thoroughly acquainted with the reaction of the material used, on external factors. Furthermore progenies must be cultivated as fully as possible, at least till the F_3 generation. It is only then — provided also that large quantities are used — that correct conclusions can be drawn. It will however always be necessary to cultivate not only the progeny, but also the parent plants. It can be seen

from the table that in both types i.e. that with coherent string (strength 7—10) and that with less coherent string, constant varieties occur. The varieties showing both types in their variation are heterozygotes or picked too soon, as 17a'25.

CONCLUSIONS.

1. The occurrence of weak or strong strings in pods of Phaseolus vulgaris (L.) is extremely variable and is probably influenced by external factors.

2. On one and the same plant of some varieties pods with both weak or strong strings may occur.

3. The different varieties have a definite „variation-curve" for the strength of string.

4. Varieties that are absolutely stringless have not been found. Most probably they do not exist.

5. The strains sold up to the present as stringless, are not even constant for a fixed definite average.

6. Crossings with such strains cannot produce reliable information regarding the inheritance of the characteristic of stringlessness.

7. A definite manner of reaction on external conditions is ruled by definite combinations of factors. What they are is at present unknown.

8. Most probably there is some connection between a certain strength of strings and the anatomical structure of the sheath of the groups of vascular bundles along the dorsal and ventral sutures.

9. Two types of anatomical structure are clearly distinguishable: Type S and type HS. Connection with the anatomical structure can be discerned in the variation of the strength of the string. The heterozygotes vary from none to a very strong string.

10. Varieties showing constancy in a definite type of anatomical structure, did not however, show the same as regards strength of string.

VERKLARING VAN DE PLATEN.

(EXPLANATION OF THE PLATES).

Fig. 1. *a.* zonder draad; draadgetal 1.
b. zonder draad; draadgetal 2.
c. twijfel omtrent draad; draadgetal 3.
d. twijfel omtrent draad; draadgetal 4.

a. stringless; stringnumber 1.
b. stringless; stringnumber 2.
c. string doubtful; stringnumber 3.
d. string doubtful; stringnumber 4.

Fig. 2. Schematische teekening van een dwarsdoorsnede van een peul.
e. epidermis;
c. l. collenchym;
p. buitenste parenchymlaag;
i. binnenste parenchymlaag;
b. v. vergroeiingsnaad;
v. vaatbundels;
s. k. s. scheede van sclerenchym;
b. p. binnenste sclerenchymring.

Schematic sketch of a cross section of a pod.
e. epidermis;
c. l. collenchyma;
p. outer parenchyma;
i. inner parenchyma;
b. v. connecting-suture;
v. vascular bundles;
s. k. s. sheath of sclerenchyma;
b. p. inner ring of sclerenchyma;

Fig. 3. Type Sp.
Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde.
Vergrooting ± 50 ×.

Cross section of a pod, ventral side.
Enlargement ± 50 ×.

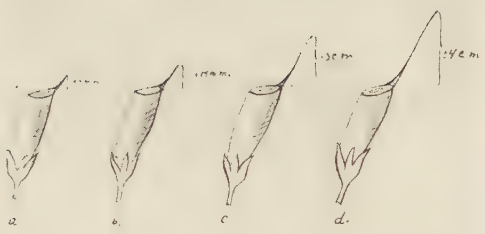


Fig. 1.

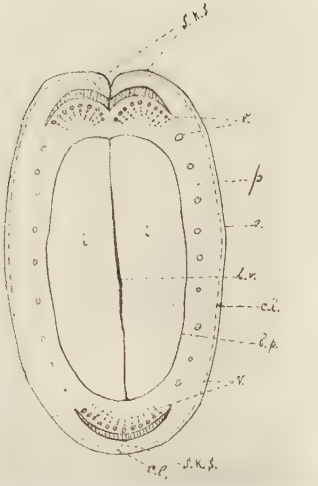


Fig. 2.

Fig. 3.

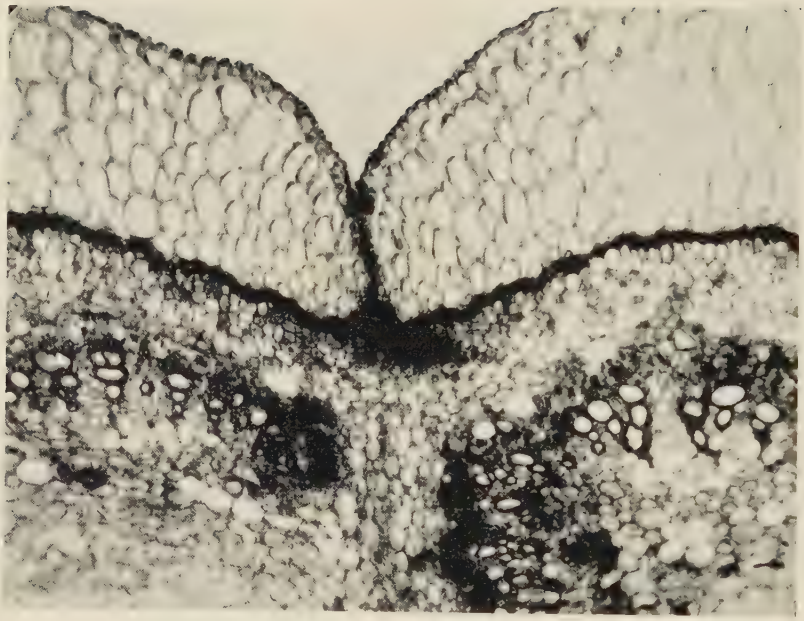


Fig. 4.

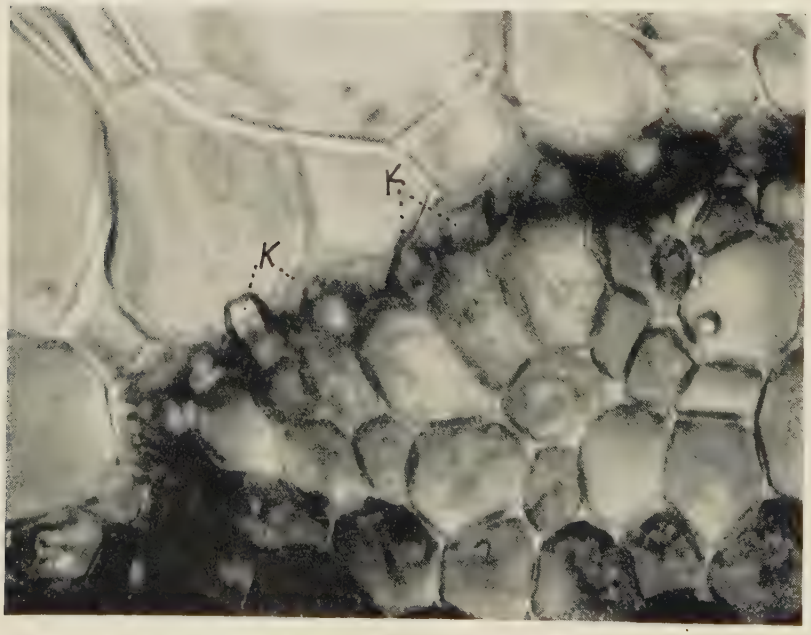


Fig. 5.

Fig. 4. Type Sp. (fig. 3).
Vergrooting ± 125 ×.
De scheede bestaat uit parenchymatische cellen zonder intercellulaire ruimten, goed te onderscheiden van de omringende cellen, naar buiten scherp begrensd door een laag cellen, voorzien van kristallen.

Enlargement ± 125 ×.
The sheath consists of parenchymatic cells without intercellular spaces, readily distinguishable from the surrounding cells; on the outside sharply limited by a layer of cells provided with crystals.

Fig. 5. Type Sp. (fig. 3).
Vergrooting ± 550 ×.
De kristallen (k) in de buitenste cellaag der scheede zijn duidelijk zichtbaar.

Enlargement ± 550 ×.
The crystals (k) in the outer layer of cells of the sheath are distinctly visible.

Fig. 6. Type Sp. Dwarsdoorsnede van een peul, rugnaad.
Vergrooting ± 40 ×.
De laag cellen met de kristallen teekent zich scherp af als een donkere lijn.

Cross section of a pod, dorsal side.
Enlargement ± 40 ×.
The layer of cells with crystals appears sharply as a dark line.

Fig. 7. Schematische teekening van een gedeelte uit een scheede type Sp.

Schematic sketch of a sheath type Sp.

Fig. 8. Type S. Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde.
Vergrooting ± 50 ×.
De scheede, uit sclerenchymatische cellen bestaande, is breed en uitgestrekt.

Type S. Cross section of a pod, ventral side.
Enlargement ± 50 ×.
The sheath consisting of sclerenchymatic cells is broad and extended.

Fig. 9. Type Sh.
Schematische teekening van een gedeelte der dwarsdoorsnede van type S met h cellen. De h cellen van type Hs hebben een zelfde uiterlijk.

Schematic sketch of part of a cross section type S with h cells.
The h cells of type S show a similar appearance.

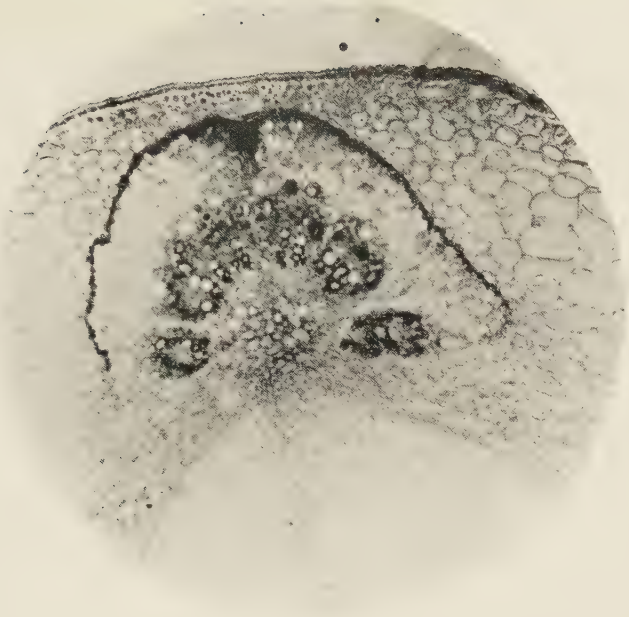


Fig. 6.

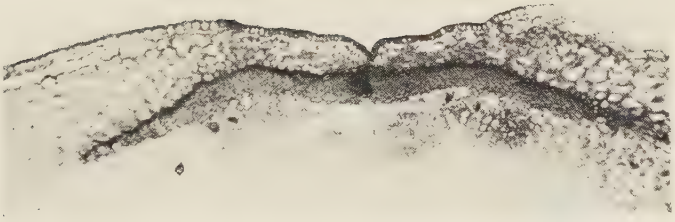


Fig. 8.

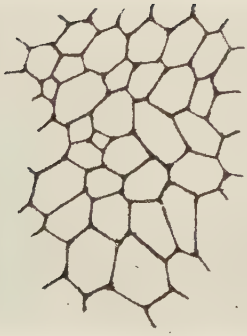


Fig. 7.

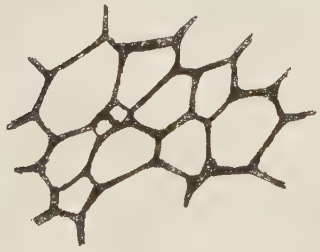


Fig. 9.

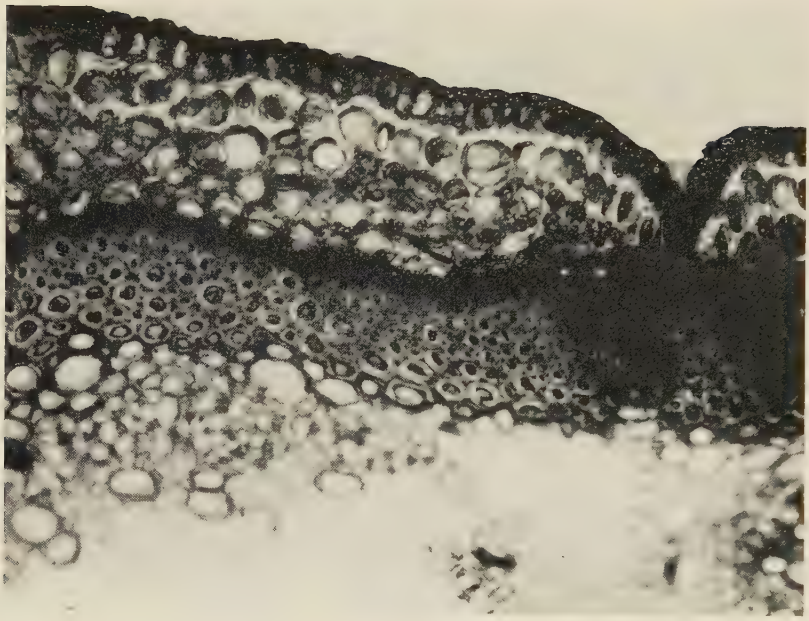


Fig. 10.

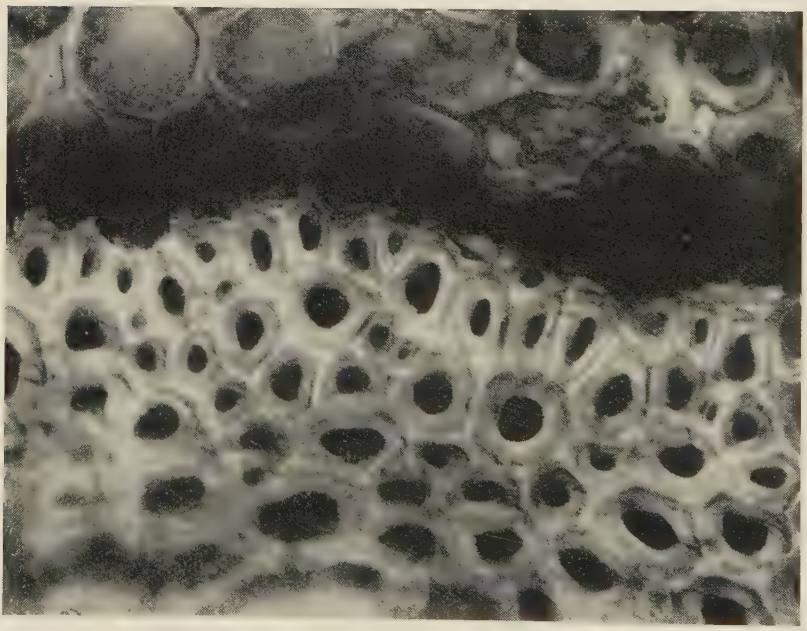


Fig. 11.

Fig. 10. Type S. (fig. 8).
Vergrooting ± 125 ×.

Enlargement ± 125 ×.

Fig. 11. Type S. (fig. 8).
Vergrooting ± 450 ×.
Ook hier ziet men de kristallen. De middenlamel der sclerenchymatische cellen is zeer duidelijk zichtbaar.

Enlargement ± 450 ×.
Here again the crystals are to be seen. The middle lamella of the sclerenchymatic cells is clearly visible.

Fig. 12. Type S-S1. Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde. Vergrooting ± 40 ×.

Cross section of a pod, ventral side. Enlargemeent ± 40 ×.

Fig. 13. Type S-S_1 (fig. 12). Vergrooting ± 90 ×. De eerste verdikkingslaag is nog juist te zien.

Enlargement ± 90 ×. The first thickened layer is just visible.

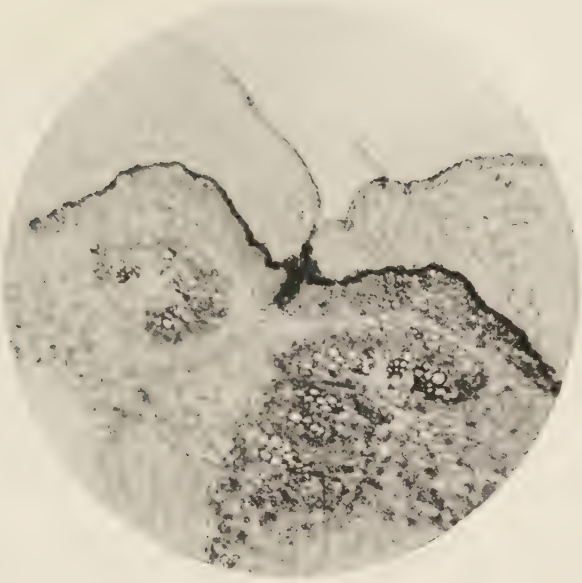


Fig. 12.

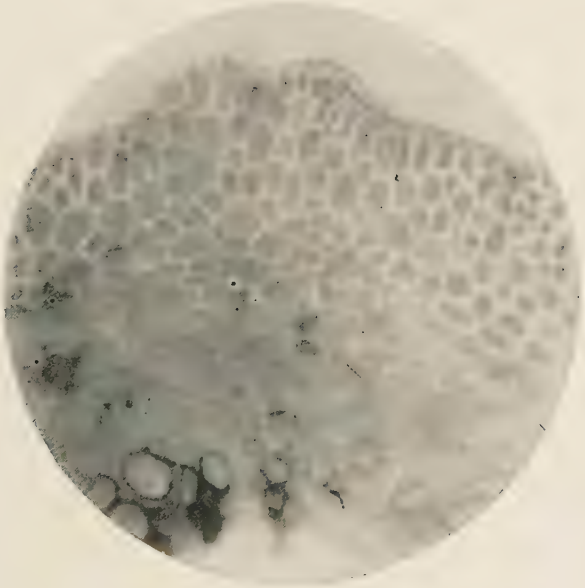


Fig. 13.

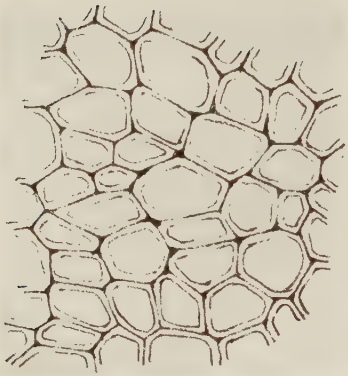


Fig. 14.

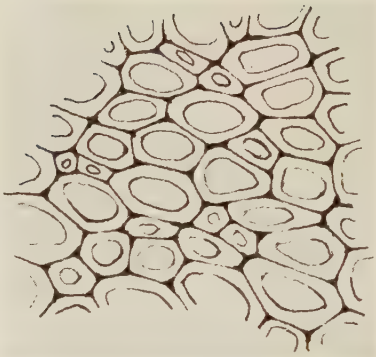


Fig. 15.

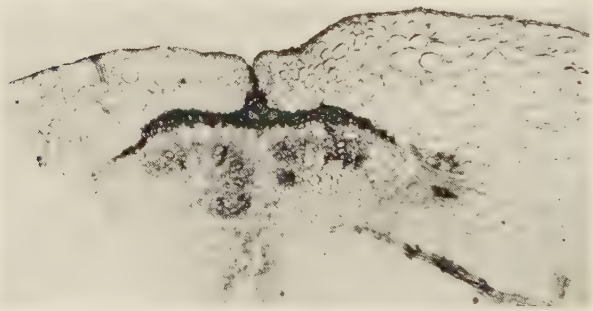


Fig. 17.

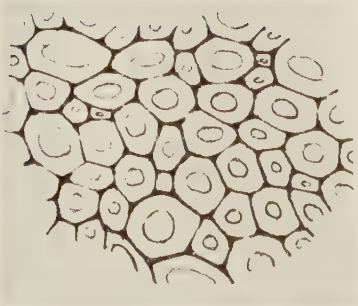
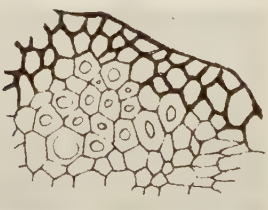


Fig. 16.

H_{S-2}

Fig. 18*a*.



$H_{S\ 4}$

Fig. 18*b*.

Fig. 14. Type S-S_1.
Schematische teekening van een gedeelte der dwarsdoorgesneden scheede.

Schematic sketch of part of the cross section of the sheath.

Fig. 15. Schematische teekening van S_2 cellen, dwarsdoorsnede.

Schematic sketch of S_2 cells, cross section.

Fig. 16. Schematische teekening van S_3 cellen, dwarsdoorsnede.

Schematic sketch of S_3 cells, cross section.

Fig. 17. Type HS. Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde.
Vergrooting ± 50 ×.
Men ziet de weinig uitgestrekte en smalle groep van h cellen.
Cross section of a pod, ventral side.
Enlargement ± 50 ×.
The slightly extended and narrow group of h cells is seen here.

Figa 18*a*. Schematische teekening van het gedeelte van type HS—2, waarin de sclerenchymcellen liggen.
Fig. 18*b*. Idem van HS—4.

Fig. 18*a*. Schematic sketch of the part of type HS—2 in which lie the sclerenchymatic cells.
Fig. 18*b*. The same of HS—4.

Fig. 19. Type S-S_2.
Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde.
Vergrooting ± 40 ×.

Cross section of a pod, ventral side.
Enlargement ± 40 ×.

Fig. 20. Type S-S_2 (fig. 19).
Vergrooting ± 90 ×.

Enlargement ± 90 ×.

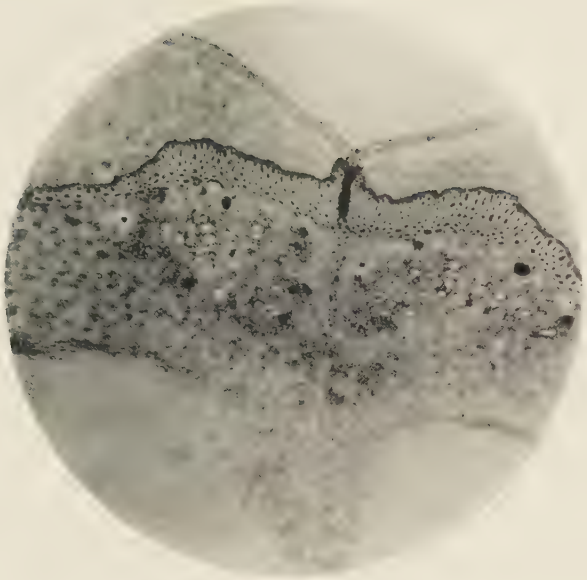


Fig. 19.

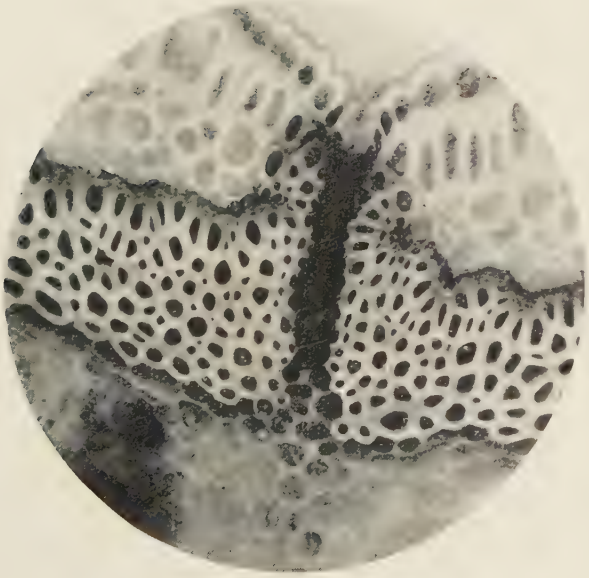


Fig. 20.

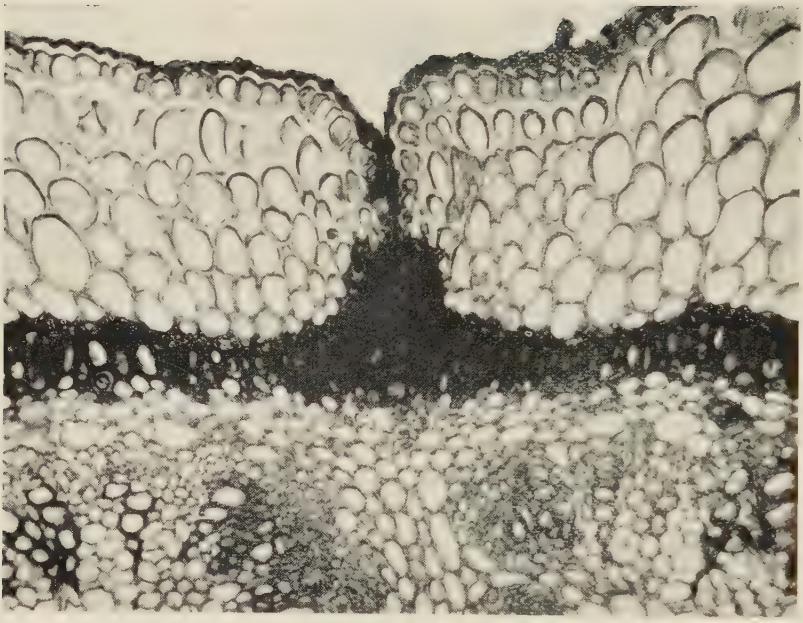


Fig. 21.

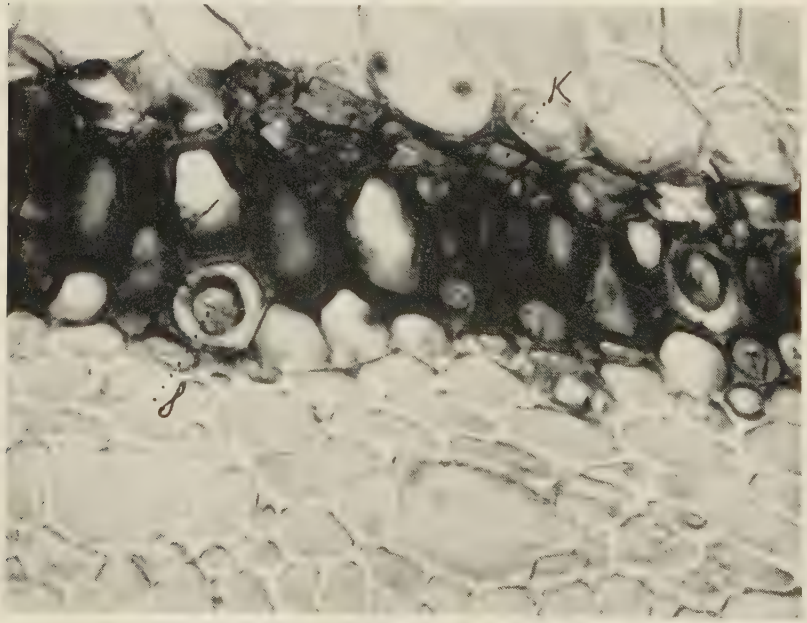


Fig. 22.

Fig. 21. Type HS (fig. 17).
Vergrooting ± 100 ×.
Links ziet men één sclerenchymcel. De scheede bevat slechts 2 lagen verdikte (verhoute) cellen.

Enlargement ± 100 ×.
To the left is seen one sclerenchymatic cell. The sheath contains only 2 layers of thickened (wood) cells.

Fig. 22. Type HS (fig. 17).
Vergrooting ± 400 ×.
De enkele sclerenchymcel (s) teekent zich scherp af. Ook hier is de cellaag met de kristallen (k) zichtbaar.

Enlargement ± 400 ×.
The single sclerenchymatic cell (s) shows clearly. Here again the layer of cells with crystals (k) is visible.

Fig. 23. Type HS—3. Dwarsdoorsnede van een peul, buikzijde. Vergrooting ± 40 ×.
Zeer weinig h cellen, de doorloopende donkere strook is de cellaag, voorzien van kristallen.

Cross section of a pod, ventral side.
Enlargement ± 40 ×.
Very few h cells, the continous dark strip is the layer of cells provided with crystals.

Fig. 24. Een gedeelte uit fig. 23, sterker vergroot, waardoor de groep sclerenchymcellen zeer duidelijk zichtbaar is. Vergrooting ± 200 ×.

Part of fig. 23, more strongly magnified, by which the group of sclerenchymatic cells is very clearly visible. Enlargement ± 200 ×.

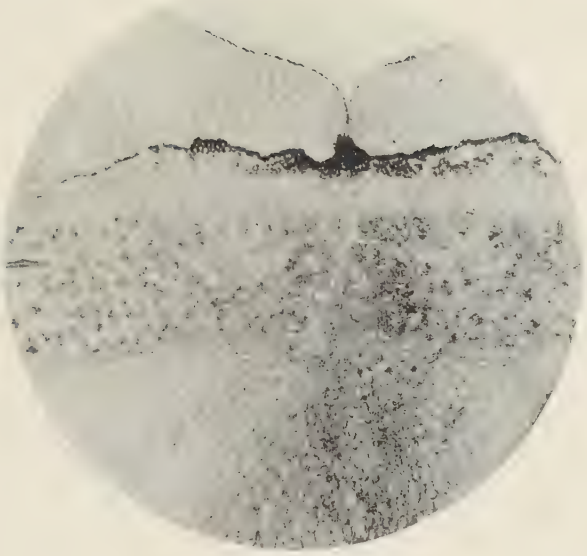


Fig. 23.

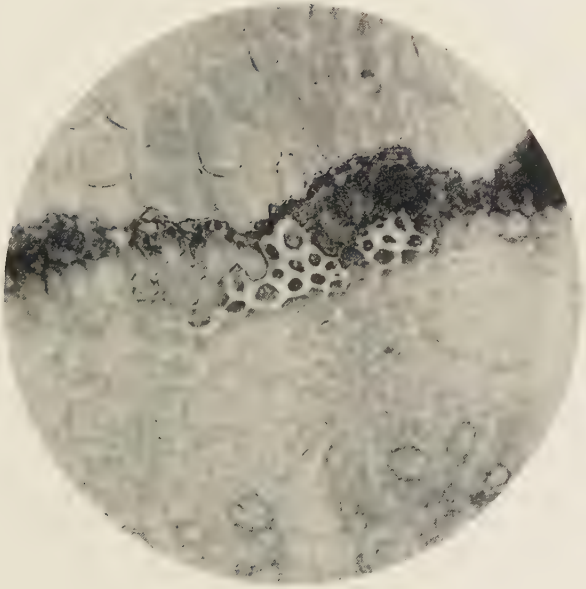


Fig. 24.

DÜNE UND MOOR BEI VOGELENZANG.

Beitrag zur Frage der quartären Niveauveränderungen an der holländischen Nordseeküste. Unter Mitwirkung von Dr. J. Hofker, Dr. C. H. Oostingh, Dipl. Ing. K. Volkersz und Prof. Dr. C. A. Weber, von Prof. J. van Baren, Wageningen. Mit 1 Karte, 1 Profilskizze und 10 Abbildungen.

EINLEITUNG.

Im September 1922 lenkte Herr Dipl. Ing. K. VOLKERSZ, Direktor der Gartenbauschule in Lisse, meine Aufmerksamkeit auf eine ausgedehnte Abgrabung von der Innenseite der Dünen zwecks Gewinnung neuen Kulturlandes, wobei es sich herausstellte, dass diese Dünen z. T. eine Moorablagerung verdeckten.

Weil Herr VOLKERSZ und ich in den Jahren 1910—1914 die ganzen holländischen Küstendünen von dem äussersten Nordosten bis zu der belgischen Grenze im Südwesten einer genauen Untersuchung unterworfen hatten, war es mir sofort klar, dass hier eine sehr wichtige Sache vorlag und nach meinem ersten Besuche studierten wir zuerst die allmählich entstandenen Profile und sammelten Dünensande und Torfproben zwecks mikroskopischer Untersuchung. Die mikroskopische Untersuchung der Torfproben übernahm Herr Prof. Dr. C. A. WEBER aus Bremen, der mit unsern Moorablagerungen ausgezeichnet bekannt war, nicht im mindesten weil er seit 1907 für den Verfasser dieser Zeilen zahlreiche Moorproben untersucht hatte, wobei die erworbenen Resultate als Grundlage für des Verfassers Buch über die Geologie der Niederlande dienten (Teil II, S. 866—956, mit 8 Abb.).

Bei der Untersuchung in Bremen stellte es sich heraus, wie wichtig diese Moorablagerung war, daher beschloss Herr WEBER zusammen mit mir die Sache an Ort und Stelle zu untersuchen.

Später war ich noch zum dritten Male dort mit meinem Konservator Herrn Dr. C. H. OOSTINGH (jetzt in Niederländisch-Indien), bei welcher Gelegenheit wir Süsswassermollusken sammelten, welche er dann einer ausführlichen Untersuchung unterzog.

An dem hier erstatteten Berichte sind meine Mitarbeiter in folgender Weise beteiligt:

Herrn Dipl. Ing. K. VOLKERSZ (Lisse) verdanke ich die schönen und sorgfältig aufgenommenen Abbildungen; Herrn Prof. Dr. C. A.

WEBER den botanischen Bericht; Herrn Dr. C. H. OOSTINGH und Herrn Dr. J. HOFKER (Den Haag) die zoologischen Mitteilungen. Allen diesen Herren, sowie Herrn J. GRIMME, Lehrer für Bodenkunde an der Gartenbauschule in Lisse, sage ich meinen herzlichen Dank für ihre Unterstützung, wodurch diese Mitteilung soviel an Wert gewonnen hat. Welche Stütze mir Herr VOLKERSZ jetzt und auch bei meinen früheren Untersuchungen war, vermag nur zu würdigen, wer selbst jahrelang sich mit einem Problem beschäftigt hat, bei dem man in erster Linie auf genaue, wissenschaftlich wertvolle Aufnahmen angewiesen ist. Auch Herrn Prof. Dr. C. A. WEBER gebührt mein herzlicher Dank für alles, was er, bereits vom Jahre 1907 ab, für die botanische Untersuchung der niederländischen Moore geleistet hat.

I. GEOLOGISCHER TEIL.

Zwischen den Eisenbahnlinien Harlem—Zandvoort und Haag—Scheveningen dehnt sich ein Dünenkomplex aus, der aus zwei Teilen aufgebaut ist: einem geologisch älteren und einem geologisch jüngeren. Die Profile beider Dünenkomplexe habe ich i. J. 1913 ausführlich beschrieben und mit den von Herrn VOLKERSZ aufgenommenen Bildern erläutert; im Jahre 1924 gab ich dann dazu noch einen Nachtrag unter Mitteilung neuer Profile (mit Abb.) in meinem Buche: De Bodem van Nederland (Geologie der Niederlande). Was in den beiden Schriften ausführlich mitgeteilt ist, darf hier im Auszug kurz wiederholt werden.

In den geologisch-älteren Dünen, welche in den Jahren 1910—1912 im grossen Masstabe behufs Erlangung neuer Kulturböden für die Gartenbaukultur abgegraben wurden, war das Profil im allgemeinen wie folgt:

Von oben nach unten:	Mächtigkeit.
1. Kalkfreier oder kalkarmer, gelbgefärbter Sand	0.6 m. bis 1.5 m.
2. Torf oft mit Knochen von *Bos brachyceros, Equus caballus orientalis, Cervus elaphus*	0.5 m. bis 1.25 m.
Unterhalb dieser Torfschicht kam Bleichsand, und dort wo der Torf fehlte, trat eine Rohhumus-Schicht auf und unterhalb dieser	

von oben nach unten:	Mächtigkeit.
3. Bleichsand	0.6 m. bis 3.0 m.
4. Sand-Ortstein	0.25 m. bis 0.55 m.
5. Kalkhaltiger, grüngrauer Sand oben *ohne*, unten *mit* Meeres-Mollusken und marinen Foraminiferen.	

Der Torf wurde von Herrn WEBER untersucht, der mir darüber wie folgt schrieb:

Brief vom 20. VII. 1910.

„Torf aus einer Düne bei Kraantjelek unweit Harlem, die Torfschicht vom Dünensand über- und unterlagert.

Es liegt ein eu- oder mesotropher telmatischer Torf vor, der aus den Wurzeln und Rhizomen von *Carex, Scirpus* und wenig *Arundo phragmites* entstanden ist. Er ist mit einigen berindeten Wurzeln von *Alnus glutinosa* durchsetzt.

Die nähere Untersuchung ergab einige Früchte von *Carex lasiocarpa, Scirpus Tabernaemontani* und *Eriophorum cf. angustifolium* (nur eine etwas beschädigte Frucht), ferner einige Steinkerne von *Potamogeton natans* und *Sparganium simplex*. Weiter fanden sich Sporen und Sporangien eines Farnes (*Aspidium sp.*), die Teleutosporen vermutlich des Binsenrostes (*Uromyces cf. Junci*) und Sporen eines Brandpilzes (*Tilletia sp.*) nebst zahlreichen Pollen von Cyperaceen oder Gramineen. Pollen von Bäumen oder Sträuchern wurden vergeblich gesucht".

Brief vom 15. XI. 1910.

„Torf aus Dünen der Nordseeküste.

Die Proben B_1 von Harlem (Kraantjelek) und B_2 von Hillegom (nahe der Ringvaart) sind beide nach den in ihnen mehr oder minder reichlich eingestreuten Dünensandkörnern Torfe, die in der Nähe von Dünen, wahrscheinlich in flachen Dünentälern, entstanden sind. Beide Torfe sind durch das Darüberfortschreiten hoher Wanderdünen stark zusammengedrückt worden. Beide sind Bruchwaldtorfe, B_1 mit reichlicher Einlagerung der Rhizome von *Arundo phragmites* nebst einigen Wurzeln und Rhizomen einer *Carex*, B_2 ohne sie. In beiden fanden sich neben stark vermorschten und zerdrückten Holzresten Borkenstücke von *Alnus glutinosa*.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Hauptmasse des Torfes beider Proben aus stark ulmifizierten Holztrümmern besteht, unter denen sich solche der Erle sicher erkennen liessen. In beiden erschienen häufig Sporen und Sporangien von Farnen

(*Aspidium sp.* und *Polypodium vulgare*); ferner Pollen der Eiche, Erle, Birke (oder Hasel) und *Myrica* und von Gramineen. In B. fanden sich noch die Pollenkörner einer Weide (*Salix sp.*), ganz vereinzelt solche von *Pinus silvestris*, und hin und wieder Trümmer feuer-verkohlten Erlenholzes, ferner einige *Sphagnum*-sporen".

Brief vom 31. X. 1912.

„Eingesandt aus der Gegend von Harlem (Kraantjelek), unter und über Dünensand. Ein im trockenen Zustande schwarzbrauner, harter, stark mit Sand durchmischter, ziemlich stark zersetzter Torf, durch sandreichere Lagen gebankt. Es ist ein Erlenbruchwaldtorf mit örtlicher Einlagerung von Torfmudde. Von Pollen fanden sich zahlreich die der Erle (*Alnus cf. glutinosa*), der Eiche (*Quercus sp.*), der Rotbuche (*Fagus silvatica*). Ferner fanden sich Holz, Borke und berindete Wurzeln der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Die Pollenkörner der genannten drei Baumarten waren in allen Lagen der Schicht vorhanden. Ganz untergeordnet wurden festgestellt solche einer Weide, der Föhre (*Pinus silvestris*) und von *Betula* oder *Corylus*. Die beiden letzteren liessen sich wegen des Erhaltungszustandes nicht sicher unterscheiden, wahrscheinlich sind beide vorhanden. Ferner wurden noch bestimmt:

Cenococcum geophilum, Früchtchen.

Algenfäden und Sporen, sehr wenig.

Aspidium sp. Sporangien und Sporen, stellenweise zahlreich.

Polypodium vulgare, Sporen wenig.

Potamogeton sp. Pollen, nur in mittleren Teile des Ausstiches.

Gramineen- oder *Cyperaceae*pollen, überall häufig.

Ericale, nur eine einzige Pollentetrade.

Spongilla lacustris, Spiculae, nur im mittleren Teile des Ausstiches.

Das Vorkommen von *Fagus* weist darauf hin, dass die Torfschicht in einem verhältnismässig jungen Abschnitte der Postdiluvialzeit entstanden ist, als dieser Baum im Gebiete des Niederrheins bereits erschienen war. Während der ganzen Zeit von der Bildung der Torfschicht wurde von benachbarten Dünen oder Sandfeldern Flugsand eingeweht".

Das Profil der geologisch-jüngeren Dünen war: von oben bis unten nur weisser, stellenweise kalkhaltiger, stellenweise kalkarmer Dünensand, oft mit einem Stich ins Gelbe und ohne jedwelche Spur von Verwitterung.

Die geologisch-älteren Dünen findet man im Osten. Nach dem Meere zu verschwinden sie unter den geologisch-jüngeren Dünen. So weit sich feststellen lies, war das geologische Alter der jüngeren Dünen historisch, der geologisch-älteren Dünen prähistorisch. Funde von Haustierknochen (*Equus caballus orientalis; Bos brachyceros*), römischen und germanischen Altertümern haben dies vollauf bestätigt.

Dass diese beiden Dünencomplexe sich nicht entlang der ganzen Nordseeküste ausdehnen, ist selbstverständlich. Soweit wir gegenwärtig wissen, kommen sie nur zwischen Loosduinen und Alkmaar—Bergen vor. Nördlich und südlich davon kenne ich nur geologisch-jüngere Dünen. Ich komme jetzt zu den neuen von mir i. J. 1922 untersuchten Profilen.

Profil I (vgl. Abb. II).

Von oben nach unten.	Mächtigkeit.
a. Gelber kalkfreier Dünensand mit Süsswassermollusken	2 m.
Dort, wo diese Mollusken zersetzt und zu einem äusserst feinen Grus auseinander gefallen waren, war der sonst vollkommen kalkfreie Sand kalkhaltig.	
b. Graue Sandschicht, unten mit Eisenflecken	0.40 m.
c. Bleichsand	2.00 m.
d. Ortstein, schwach entwickelt	0.30 m.
e. Kalkhaltiger Dünensand ohne Spur von Mollusken.	

Profil II (vgl. Abb. III).

	Mächtigkeit.
a. Kalkfreier Sand mit Baumwurzeln	0.39 m.
b. Kalkfreier Sand mit Eisenoxydröhrchen	0.31 m.
c. Sandschichtchen abwechselnd mit Rohhumus-Schichten	0.35 m.
d. Bleichsand	0.75 m.
e. Torf, Ausläufer des grösseren Torfmoores i. O.	0.20 m.
f. Kalkfreier Sand	1.20 m.
———— Grundwasserspiegel.	
g. Kalkhaltiger Sand, Kalkgehalt 8 %.	

Weil das Profil nicht tiefer abgegraben wurde, konnte nichts weiter ermittelt werden, als dass der unverwitterte Sand **unterhalb** des Grundwasserspiegels lag. Im Süd-Osten, da wo auf der Karte„Veenenburgerlaan"[1]) steht, liegt die im Zickzackverlau-

[1]) Vergl. Karte S. 39. Buchstabe C.

fende Grenze zwischen kalkfreiem Sande oben und kalkhaltigem Sande unten **oberhalb** des Grundwasserspiegels. Es senkt sich also die Kalkgrenze vom Osten nach Westen und wenn man annimmt, dass während der Verwitterung die Kalkgrenze *ungefähr* horizontal lag, so muss nachdem die Verwitterung weithin eingedrungen war, eine Abbiegung dieser Grenze stattgefunden haben und zwar als Folge einer Senkung des Bodens, wodurch diese Grenze in den Bereich des Grundwasserspiegels kam.

Mit einer Hebung des Meeresspiegels lässt sich diese Erscheinung meiner Meinung nach nicht erklären.

Profil III (vgl. Abb. IV).

Von oben nach unten. Mächtigkeit.

a. Kalkarmer, braungelber Sand mit zahlreichen Land- und Süsswassermollusken ..... 1.10 m.
b. Kalkhaltiger, gelb-weisser Sand mit zahlreichen Land- und Süsswassermollusken ..... 0.85 m.
c. Humusschicht ..... 0.15 m.
d. Bleichsand unten mit Eisenflecken und Eisenstreifen 0.90 m.
e. Dunkelbrauner, harter Ortstein, auf dem in der Abb. die Schaufel steht ..... 0.30 m.
f. Kalkfreier Sand ..... 0.30 m.
g. Kalkhaltiger Sand.

Profil IV*a* (vgl. Abb. V).

Mächtigkeit.

a. Obere Torfschicht, mit vielen Eisenkonkretionen und prachtvollem Vivianit .. .. 0.40 m.
b. Schneckenmudde ..... 0.90 m.
c. Untere Torfschicht, in den untersten 10 cm. kalkhaltig, mit leicht zerbrechlichen Meeresmollusken.

In der untersten Schicht, rechtaufstehend, eine Stange von *Cervus elaphus* und Rinderknochen. Die letzteren sind mir nicht zu Gesicht gekommen und verschwunden.

Profil IV*b* (Zusammen mit Prof. WEBER aufgenommen).

80 meter östlich von Profil IV*a*.

Vegetationsform: Wiesen. Mächtigkeit.

a. Obere Torfschicht, stellenweise mit Einlagerung von Seggentorf, Eichen-, Weiden- und Birkenresten .. 0.15 m.
b. Schneckenmudde ..... 0.05 m.
c. Bruchwaldtorf mit vielen Sand-Einlagerungen .... 0.20 m.
d. Untere Torfschicht ..... 0.35 m.

Profil V

Bohrung.

a. Auftrag ..... 0.60 m.
b. Torf ..... 0.20 m.
c. Blauer Sand mit Meeresmollusken ..... 4.00 m.

Profil VI (vgl. Abb. IX).

Dieses Profil wurde dort aufgenommen, wo auf der Karte C. steht.

Von oben nach unten. Mächtigkeit.

a. Bleichsand mit Pflanzenwurzeln ..... 0.25 m.
b. Ortstein ..... 0.20 m.
c. Sand mit Eisenflecken und Eisenstreifen ..... 0.70 m.
d. Humus ..... 0.20 m.
e. Bleichsand ..... 0.45 m.
f. Sand mit Eisenflecken und Eisenstreifen ..... 0.20 m.
g. Kalkhaltiger Sand bis zu grosser Tiefe. Kalkgrenze angegeben. In diesem Sande liegt der Grundwasserspiegel.

II. MINERALOGISCHER TEIL.

Kalkgehalt. Der Kalkgehalt rührt her, wie der mikroskopische Befund nachgewiesen hat, von

1. Kalk-Häutchen um die Körner,
2. Calcit-Spaltstückchen,
3. Nur mikroskopisch wahrnehmbarem Muschel-Grus.

Bei der Bestimmung des Kalkgehaltes muss also *erstens* das Essigsäure-Verfahren angewandt, *zweitens* müssen alle gut wahrnehmbaren Muschel-Splitterchen durch sieben entfernt werden, weil, wie die Betrachtung zeigt, der Muschelgrus ein sehr stark variierender Faktor ist, und *drittens* muss beständig mittelst eines Binokulär-Mikroskops etwaiges Aufbrausen studiert werden. Dass der Kalkgehalt bei abnehmender Grösse der Dünensandkörner zunimmt, sei nebenbei mitgeteilt.

Schliesslich sei noch die Aufmerksamkeit auf das Auftreten von Süsswassermollusken gelenkt. Unsere geologisch-älteren Dünen waren früher feuchter als jetzt. An diesen ehemals feuchten Stellen kamen hygrophile Schnecken vor. Bestimmt man nun den Kalkgehalt, entweder im Laboratorium oder im Felde, ohne das Dünenprofil zu kennen, so kann man meinen, mit unverwittertem Dünensande zu tun zu haben, und man rechnet dann die Dünengruppe, an der die Betrachtung geschah, zu der Gruppe

der geologisch-jüngeren Dünen. Ebenso ist es aber möglich, dass die geologisch-jüngeren Dünen kalkfrei sind, weil der Meeressand, woraus sie entstanden, praktisch muschelfrei war. Wie ich schon früher betonte [1]), gibt es geologisch-ältere sowie geologisch-jüngere Dünen, ohne und mit Kalk. Die blosse Betrachtung: es ist Kalk vorhanden, genügt nicht, sondern das ganze Bodenprofil ist das Ausschlaggebende. Zudem muss man sich vergegenwärtigen, *wie* der Kalk in den Boden gekommen und *wie* er in ihm vorhanden ist.

MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG.

Profil III.

Von diesem Profil wurde eine genaue mineralogische Analyse ausgeführt, deren Resultate in tabellarischer Form hier wiedergegeben seien. x = vorhanden; — = abwesend.

Schicht.	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Kalkgehalt in %.	0.2	2.4	0.2	0	0	0	3,4
% Mineralien schwerer wie Bromoform. (S.G. 2. 9).	0.82	0.51	0.39	0.14	0.18	0.14	0.22
Amphibol	×	×	×	×	×	×	×
Apatit.	×	—	×	—	—	×	×
Augit	×	×	×	×	×	×	×
Biotit	—	—	—	—	×	×	—
Brookit	×	×	—	—	×	×	—
Calcit	×	×	—	—	—	—	—
Disthen	×	×	×	×	×	×	×
Epidot	×	×	×	×	×	×	×
Glaukonit	—	×	—	×	×	×	—
Glaukophan	—	×	×	×	×	—	×
Granat	×	×	×	×	×	×	×
Magnetit.	×	×	×	×	×	×	×
Mikroklin	—	—	—	—	—	×	—
Muscovit	×	×	×	×	×	×	×
Orthoklas	×	×	×	×	×	×	×
Plagioklas	×	×	×	×	×	×	×
Quarz	×	×	×	×	×	×	×
Rutil	×	×	×	×	×	×	×
Sillimanit	×	×	×	×	×	×	×
Staurolit	×	×	×	×	×	×	×
Turmalin.	×	×	×	×	×	×	×
Zirkon	×	×	×	×	×	×	×
Gneiss	—	—	—	—	—	×	—
Phyllit.	—	—	—	—	—	×	—
Foraminiferen	—	×	—	—	—	×	—

[1]) J. VAN BAREN, De Bodem van Nederland, II, S. 831. Erschienen Mai 1924.

Die Foraminiferen wurden bestimmt von Herrn DR. J. HOFKER.
Es fanden sich:

In Schicht b: *Globigerina bulloides*, d'Orb.

In Schicht f: *Polystomella striato-punctata*, Fischer et Moll.
Pulvinulina repanda, Fischer et Moll.

Profil V.

Untersucht wurde Schicht *c*.

Kalkgehalt	8.2 %
% Mineralien schwerer wie Bromoform (S.G. 2.9)	0.39 %
Amphibol	x
Andalusit	x
Apatit	x
Augit	x
Biotit	x
Brookit	x
Calcit	x
Disthen	x
Epidot	x
Glaukonit	x
Glaukophan	x
Granat	x
Magnetit	x
Muscovit	x
Orthoklas	x
Plagioklas	x
Quarz	x
Rutil	x
Sillimanit	x
Staurolit	x
Turmalin	x
Zirkon	x
Gneiss	x
Phyllit	x
Foraminiferen bisweilen mit Schwefeleisen-Globuliten	x
Schwammnadel	x

An Foraminiferen wurden gefunden:
Cornuspira (Spirillina) vivipara, Ehrb.
Discorbina irregularis.

Discorbina turbo, d'Orb.
Discorbina villardeboana, d'Orb.
Miliolina circularis, Bornemann.
Miliolina vulgaris.
Nonionina boueana, d'Orb.
Nonionina depressula, Waller et Jacob.
Patellina corrugata, Williamson.
Polystomella striatopunctata, Fischer et Moll.
Pulvinulina punctulata, d'Orb.
Pulvinulina repanda.
Quinqueloculina vulgaris, d'Orb.
Triloculina deplanata, Rhumbler.

Die Bestimmung geschah von DR. J. HOFKER, Sept. 1923.

Es sind die ersten Foraminiferen, welche aus holländischem Meeressande bekannt gegeben werden.

Profil VI.

Von diesem Profil wurde die nachfolgende mineralogische Analyse ausgeführt:

Schicht.	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Kalkgehalt.	0.	0.	0.	0.	0.	0.35	6.
% Mineralien schwerer wie Bromoform (S.G. 2. 0.9)	0.31	0.6	0.38	0.62	0.57	0.52	0.87
Achat	—	×	—	—	—	—	—
Amphibol	×	×	×	×	×	×	×
Apatit	—	×	—	×	—	—	×
Augit	×	×	×	×	×	×	×
Biotit	×	×	×	×	×	×	×
Brookit	—	×	×	×	—	—	×
Calcit	—	—	—	—	—	—	×
Disthen	×	×	×	×	×	×	×
Epidot	×	×	×	×	×	×	×
Glaukonit	—	—	—	—	—	—	×
Glaukophan	×	×	×	×	—	×	—
Granat	×	×	×	×	×	×	×
Magnetit	×	×	×	×	×	×	×
Mikroklin	×	—	—	—	—	×	×
Muscovit	×	×	×	×	×	×	×
Orthoklas	×	×	×	×	×	×	×
Plagioklas	×	×	×	×	×	×	×
Quarz	×	×	×	×	×	×	×
Rutil	×	×	×	×	×	×	×
Sillimanit	×	—	×	×	×	×	×
Staurolit	×	—	—	×	×	×	—
Turmalin	×	×	×	×	×	×	×
Zirkon	×	×	×	×	×	×	×
Gneiss	—	—	—	—	—	—	—
Phyllit		—	—	—	—	—	—
Foraminiferen	—	—	—	—	—	—	—

III. DIE MOLLUSKEN AUS DEN AUFSCHLÜSSEN BEI VOGELENZANG.

Herr Dr. C. H. COSTINGH schreibt mir darüber wie folgt (Februar 1926):

a. Die marinen Sande.

„Die das Liegende des Dünenmoores bildenden Sande waren zur Zeit meines Besuchs zu Kulturzwecken mit schmalen Gräben durchzogen worden. In dem aus diesen Gräben ausgeworfenen Sande konnte eine Anzahl von Meeresconchylien gesammelt werden, die zu folgenden Arten gehören:

1. *Mytilus edulis* Linné, nur 2 Schalenfragmente.
2. *Cardium (Cerastoderma) edule* Linné, häufig.
3. *Tellina tenuis* Da Costa, 1 rechte und 3 linke Klappen.
4. *Macoma (Macoma) balthica* (Linné), häufig.
5. *Donax vittatus* (Da Costa), nur eine Klappe.
6. *Ensis ensis* (Linné), 2 linke Klappen.
7. *Mactra (Mactra) corallina atlantica Bucquoy,* Dautzenberg et Dollfus, 2 r. und 4 l. Klappen.
8. *Spisula (Spisula) solida* (Linné), eine Klappe.
9. *Spisula (Spisula) subtruncata* (Da Costa), dem Anschein nach etwas weniger häufig als *Cardium edule* und *Macoma balthica.*
10. *Littorina littorea* (Linné), 1.
11. *Littorina saxatilis rudis* (Maton), 1.
12. *Natica (Euspira) catena* (Da Costa), 3.
13. *Natica (Euspira) alderi* Forbes, 1.

Diese Arten gehören alle zur rezenten hiesigen Nordseefauna. Wie es scheint stehen *Cardium edule* und *Macoma balthica,* was die Individuenzahl anbetrifft, in diesen Sanden obenan, so dass hier möglicherweise die alt-alluviale Cardiumfauna LORIÉ's vorliegt.

b. Kalkmudde.

Es wurden zwei Proben untersucht. Zuerst kam eine von Prof. VAN BAREN im Jahre 1922 gesammelte Probe zur Untersuchung. Eine zweite Probe wurde im Mai 1923 von mir an den an Conchylien reichsten Stellen zusammengesucht. Die grösseren Schalen liessen sich aus der trockenen Mudde auslesen, die kleineren wurden durch Schlämmen im Laboratorium gewonnen, wobei, mehr als bei der ersten Probe, auch die ganz kleinen und die sehr zerbrechlichen Gehäuse berücksichtigt wurden.

Die bei dieser zweiten Probe für die verschiedenen Arten gefundenen Individuenzahlen dürften also der wirklichen Frequenz am nächsten kommen. Ich gebe hier jedoch auch die Zahlen der ersten Probe, da sie einige Arten enthält, die ich in der zweiten nicht wieder fand.

Zu bemerken ist noch, dass sämtliches Material in Schellacklösung untersucht werden konnte.

Verzeichnis der Mollusken:
(—— bedeutet: nicht gefunden)
Süsswassermollusken:

	Erste Probe.	Zweite Probe.
1. *Radix (Radix) ovata* (Drapernaud), cf. forma *lagotis* Schrank	1	—
2. *Galba (Galba) palustris* (O. F. Müller)	59 [1])	101
3. *Coretus corneus* (Linné)	7	7
4. *Planorbis planorbis* (Linné)	4	1
5. *Spiralina vortex* (Linné)	4 [1])	32
6. *Paraspira (Paraspira) rotundata* (Poiret)	40	—
7. *Bathyomphalus contortus* (Linné)	28	45
8. *Hippeutis (Hippeutis) fontanus* (Lightfoot)	2	1
9. *Segmentina nitida* (O. F. Müller)	3	—
10. *Aplexa hypnorum* (Linné)	1	—
11. *Bithynia tentaculata* (Linné), Gehäuse	42	51
opercula	82	73
12. *Bithynia leachii* (Sheppard), Gehäuse	2	4
opercula	2	15
13. *Valvata (Valvata) cristata* O. F. Müller	28 [1])	137
14. *Sphaerium corneum* (Linné)	—	$1\frac{1}{2}$
15. *Pisidium milium* Held	—	$2+\frac{18}{2}r+\frac{15}{2}l$
16. *Limax sp.* (Kalkschildchen)	—	1
Landschnecken:		
17. *Trichia (Trichia) hispida* (Linné)	1	—
18. *Succinea (Amphibina) elegans* Risso	3	4
19. *Vertigo antivertigo* (Drapernaud)	2	—

Zu obigem Verzeichnis ist zu bemerken, dass es sich bei den wenigen Landschneckenresten offenbar nur um zufälligerweise eingespülte oder eingewehte Exemplare handelt. Unter den

[1]) Diese niedrigen Zahlen erklären sich aus der Vernachlässigung der ganz jungen Individuen in der ersten Probe.

Süsswassermollusken fehlen alle Arten des fliessenden Wassers; von den Sumpfbewohnern im engsten Sinne (die Nummern 2, 4, 6—9, 13, 14 [2]) übertreffen einige alle übrigen Arten der Zahl nach. Die ebenfalls sehr häufige *Bithynia tentaculata* vermag sich weitgehend anzupassen [2]), ist also nichtssagend.

Aus der Zusammenstellung der Arten geht also hervor, dass es sich um die Fauna eines Sumpfes handelt; wahrscheinlich war dieser nur mit Niederschlagswasser erfüllt.

Merkwürdig ist, dass die in der ersten Probe häufige *Paraspira rotundata* in der zweiten Probe fehlt. Da die beiden Proben nicht genau derselben Fundstelle entstammen, ist dies wohl aus einer geringen örtlichen Verschiedenheit der Fauna zu erklären.

c. Oberer schwarzbrauner Bruchwaldtorf.

Der über der Schneckenmudde vorkommende Bruchwaldtorf führt im allgemeinen keine Conchylien. An einer einzigen Stelle fanden sich darin jedoch vereinzelte Schalen. Eine von mir gesammelte Probe zeigte folgenden Molluskenbestand:

1. *Galba (Galba) palustris* (O. F. Müller), ... 9 Stück.
2. *Paraspira (Paraspira) rotundata* (Poiret), ... 2
3. *Bithynia tentaculata* (Linné), ... 2 Gehäuse. 1 operculum.
4. *Valvata (Valvata) cristata* O. F. Müller, ... 1 Stück.
5. *Pisidium* sp., $\frac{3}{2}r + \frac{2}{2}l.$

Zudem wurde noch eine Schalenklappe einer *Cypris* (*Ostracoda*) beobachtet.

Diese kleine Molluskenfauna setzt sich ausschliesslich aus solchen Arten zusammen, die auch in der Kalkmudde vorkommen. Offenbar haben wir es hier nun mit einem Rest der Kalkmuddefauna zu tun, die mit dem Fortschreiten der Verlandung allmählich verarmte.

d. Dünensand über dem Bruchwaldtorf.

Verschiedene Schichten des Dünensandes waren ziemlich reich mit Schnecken durchsetzt. Am nördlichen Ende des Aufschlusses sammelte ich folgende Arten:

Landschnecken

1. *Trichia (Trichia) hispida* (Linné), sehr zahlreich.
2. *Helicigona (Arianta) arbustorum* (Linné), nur 1 Stück.

[2]) D. GEYER, Die Quartärmollusken und die Klimafrage (Palaeontologische Zeitschrift, Bnd. V, Heft 1, 1922), p. 77, Fussnote 2.

3. *Cepaea nemoralis* (Linné), sehr zahlreich.
   Bandvarietäten: (1, 2, 3, 4, 5), 9 Stück,
   (0, 0, 3, 0, 0), 5 „ „
   (1, 0, 3, 4, 0), 2 „ .
4. *Succinea (Lucena) oblonga* Draparnaud.
5. *Vallonia costata* (O. F. Müller).
6. *Pupilla (Pupilla) muscorum* (Linné).
7. *Cochlicopa lubrica* (O. F. Müller).
   Süsswassermollusken:
8. *Planorbis carinatus* O. F. Müller.
9. *Spiralina vortex* (Linné).
10. *Bithynia tentaculata* (Linné).
11. *Bithynia leachii* (Sheppard).
12. *Valvata (Cincinna) piscinalis* (O. F. Müller).
13. *Sphaerium corneum* (Linné).

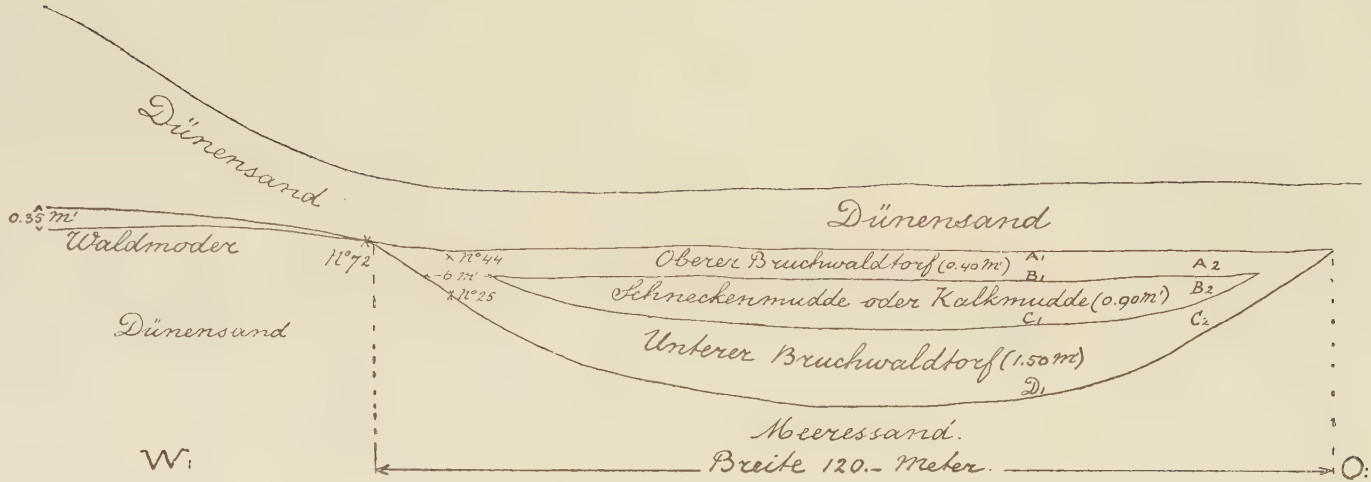
Die *Planorbidae* fanden sich in einer dünnen, dunkelgefärbten, humosen Linse, wohl von einem alten Teich herrührend, etwa 1 M. oberhalb des Torfes, inmitten des Dünensandes. Die übrigen Wassermollusken dürften ähnlichen kleinen Gewässern entstammen."

IV. DIE BOTANISCHEN ERGEBNISSE DER MOORUNTERSUCHUNG.

WEBER hat zuerst 4 Proben zu Hause untersucht (November 1922), dann kam er mit mir nach Vogelenzang, studierte die Aufschlüsse an Ort und Stelle und untersuchte das Material zu Hause (3 Proben) (März 1923) und schliesslich hat er nochmals 5 Proben untersucht (Nov. 1923; Januar 1924), zusammen 12 Proben. Es gibt wohl keine Stelle in den Niederlanden, von der bislang eine so ausführliche botanische Untersuchung vorliegt, wie von dieser Stelle. Im Folgenden wird alles, was Herr WEBER mir darüber geschrieben hat, im Wortlaut mitgeteilt, wobei natürlich nicht die chronologische Reihenfolge der Berichte inne gehalten wird, sondern sie in der Reihe vorgeführt werden, die sie von Natur in dem Profile haben.

I. Die Aufschlüsse im nördlichen Teil.

Zahl der untersuchten Proben: 10.
Nummerung der Proben von W — O: 72, 44, 25, A_1, B_1, C_1, D_1, A_2, B_2, C_2.



Schematische Skizze vom nördlichen Teile d. Moores.

N°. 72 (Brief vom 26 Januar 1924).

Waldmoder (Mächtigkeit 0.35 m.).

„Ein dunkelbrauner, in der Hauptmasse stark zersetzter und mit Dünensand reichlich vermischter Waldsumpftorf, in einigen Stücken aber sandärmer, minder stark zersetzt, mit undeutlich blättrigem Gefüge und auf den Schichtflächen Rhizome grasartiger Gewächse, von denen nur die Epidermis erhalten geblieben ist. Stark vermorschte Holz- und Borkenstücke in mässiger Menge vorhanden. Bestimmt wurden:

Alnus, Borken- u. Holzstücke, wenig, Blütenstaub zahlreich.
Betula, Holztrümmer, Blütenstaub zahlreich.
Fagus, Blütenstaub wenig.
Quercus, Blütenstaub zahlreich.
Corylus, Blütenstaub wenig.
Populus, Blütenstaub sehr wenig.
Salix, Blütenstaub ziemlich zahlreich.
Ilex aquifolium, Blütenstaub wenig.
Pinus, Blütenstaub ganz vereinzelt.
Zweigliedrige Pilzsporen, dieselben wie in Nr. 44.
Pilzmycel, gegliedertes, häufig.
Sphagnum sp. Sporen, wenig zahlreich.
Aspidium filix mas, Sporen ziemlich zahlreich.
Carex sect. Carex, 1 Nuss.
Ranunculus flammula, 3 Früchte.
Nuphar (luteum), ein Blütenstaubkorn.
Ericales, Blütenstaub, ziemlich häufig.

Von tierischen Resten: zahlreiche Eikapseln von *Oligochaeten*, ein Operculum von *Bithynia tentaculata*.

In 1 ccm des halbtrockenen Torfs wurden rund 6000 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Unter 1000 Stücken kamen auf *Alnus* 364, *Quercus* 329, *Pinus* 3, *Betula* 142, *Corylus* 25, *Fagus* 31, *Ilex* 11, *Salix* 87, *Populus* 8 Stück.

Vergleicht man die Blütenstaubfunde aus den drei Proben, die 1923 im Januar und im Mai aus verschiedenen Stellen derselben Schicht genommen wurden, so fällt die grosse Verschiedenheit in der Gesamtmenge und in dem Mengenverhältnis der einzelnen Arten auf. Die Erscheinung, die ich auch sonst beobachtet habe, erklärt sich aus der ungleichmässigen Verteilung und Ablagerung des Blütenstaubs durch den Wind".

Nr. 44. **Oberer Bruchwaldtorf.** (Brief vom 26 Januar 1924).

„Ein stark zersetzter dunkelbrauner, bröckeliger, mit etwas feinem Dünensande gleichmässig durchsetzter Bruchwaldtorf. Darin eine etwa 2 Finger dicke berindete Wurzel von *Betula*, vermorschte Holz- und Borkenstücke der Erle. Durch Ausschlämmen und mikroskopische Untersuchung wurden darin festgestellt:

Alnus glutinosa, 2 Nüsse, vermorschte Borkenstücke, Holztrümmer, wenig Blütenstaub.
Betula alba, Wurzel, sehr wenig Blütenstaub.
Fagus, *Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Salix*, *Populus*, *Fraxinus*, *Ilex aquifolium*, *Pinus*, Blütenstaub sehr wenig.
Ustilago sp., Sporen vereinzelt.
Zweigliederige dunkelbraune Pilzsporen häufig.
Sphagnum sp., Sporen sehr wenig.
Hypnum sp., Blattfetzen.
Polypodium vulgare, vereinzelte Sporen.
Aspidium filix mas, Sporen, Sporangien und Sporangienringe, ziemlich häufig.
Typha latifolia, Blütenstaub vereinzelt.
Sparganium minimum, 1 Steinkern.
Carex sect. Carex, balglose Nüsse in Menge.
Juncus cf. effusus, Samen, ziemlich zahlreich.
Atriplex cf. patulum, 1 Same.
Stellaria media, 2 Samen.
Ranunculus flammula, 1 Frucht.
Menyanthes trifoliata, Samen zahlreich.
Cirsium cf. arvense, eine Achäne.
Von tierischen Resten: Statoblasten von *Lophopus crystallinus* und *Oligochaeten*-Eikapseln reichlich.

In 1 ccm des halbtrockenen Torfes wurden 3100 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Von 1000 derselben kamen auf *Alnus* 192, *Quercus* 298, auf *Pinus* 39, *Betula* 306, *Fagus*, *Carpinus*

und *Fraxinus* je 10, auf *Corylus, Populus* und *Ilex aquifolium* je 29 und auf *Salix* 48 Stück".

Nr. 25 **Unterer Bruchwaldtorf.** (Brief vom 26 Januar 1924). „Stark zersetzter schwarzbrauner, bröckeliger Bruchwaldtorf mit etwas Dünensand und einigen stark vermorschten Holz-, Borken- und Reiserbruchstücken vermischt. Beobachtete Einschlüsse:

Alnus glutinosa, 2 Nüsse, einige Borken- und Holzstücke, Blütenstaub vereinzelt.

Betula, einige Holz- und Reiserstücke.

Quercus, einige Reiser, Blütenstaub sehr wenig.

Corylus, Blütenstaub vereinzelt.

Salix, desgleichen.

Pinus, desgleichen.

Sphagnum sect. Acutifolium, einige Blätter.

Hypnum cf. lycopioides, Blattrümmer ziemlich häufig.

Scorpidium scorpioides, ein Blatt.

Brachythecium sp., kleines Stammstück mit stark beschädigten Blättern.

Aspidium thelypteris, Sporen reichlich, einzelne Sporangien.

Gramineen, Blütenstaub häufig.

Carex sect. Carex, balglose Nüsse zahlreich, desgleichen Pustelwürzelchen, wahrscheinlich hierzu gehörig.

Hydrocotyle vulgaris, zwei Fruchthälften.

Auffallend gering der Blütenstaub von Waldbäumen; in einem ccm etwa 480 Stück gezählt. Der von *Alnus* fand sich in einer Reihe von Praeparaten nur ganz vereinzelt, der von *Betula* überhaupt nicht, obwohl beide Bäume durch Holz- und Borkenreste, *Alnus* auch durch Früchte, nachgewiesen wurden. Doch stimmt das spärliche Vorkommen des Blütenstaubs mit den Befunden in dem Südteile des Lagers (Nr. 46) und von Probe C. des Berichtes vom 27. März 1923. Die Erscheinung erklärt sich vielleicht aus dem in dem Bericht von 27. November 1923 angenommenen Grunde, kann aber auch mit der Ungleichmässigkeit der Verteilung des Blütenstaubs in Zusammenhang gebracht werden.

Bemerkenswert ist das Auftreten der Blütenstaubkörner der Rotbuche (*Fagus silvatica*) in dem obern Bruchwaldtorf und seiner Fortsetzung, dem Waldsumpftorf. Auch das Vorkommen von *Ilex aquifolium* ist beachtenswert. Es stimmt gut zu der von mir vor einiger Zeit gemachten Beobachtung, dass in einer bronzezeitlichen Lanzenspitze aus der Gegend von Dahlenburg der darin

befindliche, aus Eschenholz (*Fraxinus excelsior*) bestehende Schaft durch Querpflöcke aus Hülsenbuschholz in der Metallspitze befestigt war. Ich erinnere daran, dass sich die Bronzezeit in Nordwestdeutschland mit der subborealen Periode deckt. Der *Ilex*fund von Vogelenzang dürfte aber noch in den Schluss der atlantischen Periode gehören, also älter sein als der aus der Lüneburger Heide".

Vier Proben vom 27 Oktober 1922. (A_1, B_1, C_1, D_1.)

„Unter stark zusammengedrücktem, wenig zersetztem Seggentorf (A) stehen wechselnde Lagen von Kalk- und von Torfmudde (B—D) an, die nicht scharf voneinander geschieden sind, sondern ganz allmählich in einander übergehen. Sie sind reich an Vivianit, besonders die unterste (D.); auch weicher Limonit ist zuweilen vorhanden (namentlich in C.); Schwefelkies wurde nicht vorgefunden. Ganz unten (an der Unterkante von D) ist feiner, an kohlensaurem Kalk reicher, z. T. durch Vivianit verkitteter, mit organischer Masse gemischter Quarzsand vorhanden — eine kalkreiche Sandmudde. In den Mudden darüber und in dem Seggentorf kommt Sand nur wenig vor, hier und da in kleinen, dünnen, kaum wahrnehmbaren Schmitzen. Der Seggentorf ist dunkelbraun, die Kalkmudde hellgrau, die Torfmudde schwarzbraun gefärbt. Der Seggentorf und die Torfmudde sind frei von kohlensaurem Kalk. Doch tritt in den kalkfreien Torfmuddelagen, besonders in Stück C, Kalkmudde in ziemlich scharf abgesetzten Schmitzen und Nestern auf.

Der Seggentorf (A) besteht überwiegend aus dünnen Rhizomen und Wurzeln von *Cyperaceen* aus der Verwandtschaft von *Carex*, für deren Artbestimmung in der Probe kein sicherer Anhalt gefunden wurde.

Dazwischen Rhizome und Samen des Bitterklees (*Menyanthes trifoliata*) in geringer, in grösserer Menge Würzelchen von Gräsern, spärlich die Reste von *Hypnum*blättern, Sporen eines Farns (*Aspidium* sp.) und eines Schmarotzerpilzes (*Tilletia* sp.).

Die Mudden enthalten Samen u. Früchte von Wasser- und Sumpfgewächsen, nämlich den folgenden:

Chara crinita, Sporenkerne, sehr zahlreich in B, C, D und dem Sande unter D.

Chara intermedia, wenige Sporenkerne in B.

Hypnum pseudofluitans, ein beblättertes Stämmchen in B.

Heleocharis (Scirpus) palustris, Früchte, zahlreich in der Kalkmudde von B.

Scirpus Tabernaemontani, Früchte, sehr zahlreich in B.

Scirpus silvaticus, eine Frucht in D.

Carex sect. Vignea, einige Bälge in B. u. D.

Carex sect. Carex, wenige Bälge in B.

Cladium mariscus, mehrere balglose Früchte in C.

Nymphaea alba, einige Samen in C. und D.

Ceratophyllum submersum, einige Früchte in D.

Mentha aquatica, eine Fruchtklause in D.

Menyanthes trifoliata, wenige Samen in B. u. D.

Ferner fanden sich die Trümmer der Wurzeln von Gräsern, seltener von *Cyperaceen,* einige Halmknoten mittelgrosser Gräser, spärliche Sporen und Sporangiumringe eines Farnes (*Aspidium sp.),* einmal auch einige Treppengefässe eines solchen (Sandmudde unter D.) und spärliche Fetzen von *Hypnum*blättern.

Diatomeen wurden nur in der Sandmudde unterhalb D. und zwar spärlich angetroffen, nämlich *Pinnularia viridis, Navicula cf. placentula, Achnanthes exilis* und *A. hungarica.* Als Spur von Holzgewächsen zeigte sich ein kleines, dünnes, völlig vermorschtes Stück Laubholz in der Torfmudde von C. und ein kleines Stück der Rinde einer schwachen Birkenwurzel in der Sandmudde unterhalb D. Von tierischen Resten fanden sich Schalen und Schalendeckel von *Bithynia tentaculata* in B, und mit zweifelhafter Bestimmung nach einem ganz zerdrückten Stücke auch in D, ferner *Valvata cristata und Bathyomphalus (Planorbis) contortus* (Kalkmudde von B.), einige entkalkte *Ostrakoden*schalen (in C.), mehrere Ephippien von *Daphnia pulex* (in D.), Stücke des Chitinskelettes von *Cladoceren* (in C.), in allen Lagen vereinzelte Glieder kleiner Käfer, und einige Kokons von *Nephelis octoculata* in C.

Auffallend gering war das Vorkommen von Blütenstaub in der ganzen Ablagerung. Nur der von Gräsern fand sich überall, von der Sandmudde am Grunde bis zum Seggentorfe. Dagegen wurden die von Waldbäumen nur ganz vereinzelt oder in sehr geringer Zahl angetroffen. Sie waren immer stark ulmifiziert, und der Erhaltungszustand war häufig schlecht, so dass sich manche wenigstens auch auf sekundärem Lager zu befinden schienen. Angetroffen habe ich solche von *Quercus* in allen vier Proben, von *Tilia* in der Torfmudde von D, von *Salix* und *Pinus* in der Sandmudde unter D, von *Alnus* in A, von *Fraxinus* in C.

Die ganze Bildung gehört von unten bis oben demselben Abschnitte der Postglazialzeit an. Sie entstand während einer klimatisch der Gegenwart ähnlichen Zeit in einem tieferen (jedenfalls über 1 m tiefen) Gewässer, an dessen Ufer sich Torfschichten befanden, von denen durch Eis und Wellen zeitweilig reichlich Mulm abgerieben und vertriftet wurde und dem kalkhaltiges Wasser zufloss. Später siedelte sich über den Muddebildungen, mit denen sich das Gewässer aufgefüllt hatte, ein Schwingrasen an. Während der ganzen Zeit fehlte Wald oder reichlicherer Baumwuchs in der weitern Umgebung, daher muss die Nordseeküste sich in der Nähe befunden haben.

Bewegliche Dünen waren zu jener Zeit nicht in der Nachbarschaft, auch keine durch Bewachsen mit Heide festgelegte, weil sich andernfalls Blütenstaub von *Ericales* reichlich gefunden hätte. Später aber schritt über die Ablagerung eine Wanderdüne hinweg, wodurch der Torf und die Mudde stark zusammengedrückt wurden".

Datum: 7 März 1923.

Probe A_2,

aus dem obern Torfe, war ein limonithaltiger Blättertorf und stellte sich als örtliche Ausbildung des Bruchwaldtorfs dar. Er enthielt dicke Lagen der Blätter van *Salix cinerea* und *S. aurita*, vereinzelte Blätter von *Quercus pedunculata* und *Salix caprea*. Dazu Rhizomstücke von *Equisetum heleocharis*, Wurzeln von *Quercus*, nebst Schalen von *Bithynia tentaculata*, *Planorbis corneus* und *P. (Tropidiscus) carinatus var. dubius* Hartm. Durch Ausschlämmen und mikroskopische Untersuchung wurden ferner in rund 300 ccm festgestellt:

Quercus, Blütenstaubkörner, ziemlich zahlreich.

Alnus glutinosa, 3 Fruchtstände und 6 Nüsse. Blütenstaub zahlreich.

Betula verrucosa, eine mit vollständigen Flügeln versehene Nuss. Blütenstaub wenig.

Carpinus betulus, Blütenstaub vereinzelt.

Corylus avellana, Blütenstaub vereinzelt.

Fraxinus (excelsior), Blütenstaub wenig.

Salix sp., Blütenstaub wenig.

Populus, desgleichen.

Crataegus monogyna, 5 wohl erhaltene Kerngehäuse.

Pinus (silvestris), Blütenstaub mehrfach.

Ustilago echinata, einige Sporen und dadurch angezeigt die Gegenwart der Wirtspflanze *(Phalaris arundinacea)*.

Ustilago cf. violacea, einige Sporen.

Epithemia turgida, wenig } Diatomeen.
Pinnularia major, wenig }

Hypnum cf. vernicosum, einige beschädigte Blätter.

Brachythecium rutabulum, zwei mit gut erhaltenen Blättern besetzte Stammstücke.

Aspidium sp., Sporen wenig.

Potamogeton alpinus Balbis = *rufescens* Schrad, 1 Steinkern.

Typha latifolia, Blütenstaub wenig.

Sparganium ramosum, ein Steinkern.

Gramineen, Blütenstaub ziemlich zahlreich.

Phalaris arundinacea (bezeugt durch *Ustilago echinata)*.

Carex pseudocyperus, zwei gut erhaltene Bälge.

Batrachium cf. aquatile, 1 Balg.

Ranunculus acer, 1 Balg.

Ranunculus repens, 1 Balg.

Umbelliferen, Blütenstaub vereinzelt.

Taraxacum officinale, eine etwas beschädigte Frucht.

Ferner mehrere Cocons von *Nephelis octoculata*, einige einer *Oligochaete*, mehrere von *Tubifex rivulorum* und *Dendrocoelum lacteum*, Gehäuse von *Rhizopoden (Arcella, Difflugia)*, ein fast vollständiges Chitinskelet von *Gammarus pulex*.

Es handelt sich demnach um eine durch Zusammenschwemmen entstandene Uferbildung eines seichten Sumpfgewässers

In 1 ccm der zwischen den Blättern befindlichen, für das blosse Auge nicht gestalteten Torfmasse wurden rund 7000 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Doch waren vielfach schlecht erhaltene, nicht sicher bestimmbare vorhanden, die wahrscheinlich der Eiche angehörten, aber nicht gezählt wurden. Wenn daher unter 1000 Blütenstaubkörnern von Waldbäumen 464 Stück von *Alnus*, 243 von *Quercus*, 128 von *Pinus*, je 51 von *Betula* u. *Salix*, je 25 von *Populus* und *Fraxinus* und von *Corylus* 13 Stück festgestellt wurden, so ist *Quercus* hierbei wahrscheinlich zu schlecht weggekommen.

Weiter nach Westen zeigte sich der obere Torf als aus einem nassen, mit Seggen gemischten Erlenbruchwalde hervorgegangen. Einige Eichenstubben, die man an verschiedenen Stellen des westlichen Moorrandes ausgegraben hatte, und von denen einzelne im

Wurzelanlauf 0.75 in Durchmesser hatten, entstammten offenbar derselben Schicht. An ihrer Unterseite fand sich hier und da eine Lage von Raseneisenstein. Streckenweise, namentlich im Südteil des Lagers, war der ganze obere Torf sehr mit Limonit durchsetzt. Auch Vivianit war nicht selten".

Probe B_2,

aus dem untern Torfe ist ein sandhaltiger Sumpftorf mit einigen dünnen Birkenwurzeln und einem dünnen Schilfrhizom. In 250 ccm fanden sich:

Chara balthica, zahlreiche Sporenkerne.
Chara crinita, wenige desgl.
Chara hispida, wenige Sporenkerne.
Tilletia sp., vereinzelte Sporen.
Arundo phragmites, ein Rhizom.
Gramineen, Blütenstaub ziemlich zahlreich.
Cladium mariscus, einige Rhizome, 22 Nüsse.
Carex sect. Carex, 11 kleine Nüsse.
Aspidium thelypteris, einige Rhizomstücke, ziemlich zahlreiche Sporangien und Sporen.
Betula alba, eine flügellose Nuss.
Quercus, Blütenstaub wenig.
Populus, desgleichen.
Salix, desgleichen.
Pinus, desgleichen.
Leontodon autumnalis, eine etwas beschädigte Frucht.

Ferner *Planarien*-Cocons ziemlich reichlich. Blütenstaub von Waldbäumen fand sich äusserst spärlich, in manchen Praeparaten überhaupt nicht. Im allgemeinen wurden in 1 ccm 1200—1300 Stück festgestellt. Davon kamen unter 1000 auf *Quercus* 652, *Pinus* 174, *Populus* 130, *Salix* 44 Stück. Die Mächtigkeit der Schicht betrug im mittleren Teile des westöstlichen Aufschlusses 40 cm. Dort enthielten die unteren 10—15 cm kohlensauren Kalk, während der unmittelbar unter der Kalkmudde befindliche Teil davon frei war."

Probe C_2.

Sie wurde aus der untern Torfschicht an einer andern, etwa in der Mitte des Moores befindlichen Stelle der Sandgrube entnommen. Dort war der sandige Untergrund leicht gewellt. In den flachen Mulden war nur Würzelchentorf vorhanden, d. h. ein aus feinen Würzelchen, die in einer gleichartigen schwarzbraunen Grundmassa eingebettet sind, bestehender Torf. Auf den höheren

Untergrunds-Schwellen war dagegen Bruchwaldtorf vorhanden, der nach oben in den gleichen Würzelchentorf überging. Die Mächtigkeit des Torfes betrug hier bis 40 cm. Darüber lagerte die Kalkmudde. Die Würzelchen gehörten grössenteils *Cyperaceen* an. In der 300 ccm grossen Probe fanden sich:

Scirpus tabernaemontani, 40 Früchte.
Heleocharis palustris, 8 Früchte.
Carex sect. Carex, 7 Nüsse.
Carex sect. Vignea, 1 Nuss.
Cladium mariscus, 43 Nüsse.
Betula, ein berindetes dünnes Aststück.
Menyanthes trifoliata, 16 Samen.
Chara hispida, Sporenkerne in Menge.
Hypnum sp., vereinzelte Blattfetzen.
Sphagnum sp., vereinzelte Sporen.
Aspidium thelypteris, einige Rhizome, zahlreiche Sporangien und Sporen.
Quercus sp., Blütenstaub wenig.
Corylus, Blütenstaub vereinzelt.
Ericale, desgleichen.
Gramineen, Blütenstaub sehr wenig.

Der Gehalt an Waldbaumblütenstaub war höchst geringfügig, in 1 ccm nur 700 Stück, fast ausschliesslich solcher von *Quercus*".

II. Der Aufschluss im südlichen Teil.

Zahl der untersuchten Proben: 2. (Brief vom 27 Nov. 1923).

Nummerung der Proben: Nr. 45, 46.

„Nr. 45. Aus dem obern Teile der 1 m. mächtigen Torfschicht.

Bei dem Besuche des Moores, der am 23 Januar 1923 stattfand, zeigte sich der Torf im südlichen Abschnitte des Lagers ungemein reich an Limonit. Damit stimmt diese Probe gut überein. Sie charakterisiert sich als eine dunkelbraune limonithaltige, etwas Feinsand enthaltende, in der Hauptmasse sonst homogene Kalkmudde, mit zahlreichen Schlieren von rotbraunem Limonit und einigen kleinen sandreicheren Nestern durchsetzt. Durch Schlämmen von etwa 400 ccm wurden darin festgestellt:

Chara crinita, Sporen in Menge.
Hypnum Sendtneri, ziemlich zahlreiche gut erhaltene Bruchstücke von Stämmchen und Ästen.
Hypnum fluitans, sehr wenig.
Hypnum lycopodioides, desgleichen.
Carex sect. Carex, 6 balglose Nüsse.

Heleocharis palustris, 63 Früchte.
Juncus lamprocarpus, 2 Samen.
Batrachium aquatile, 2 Früchte.
Menyanthes trifoliata, 22 Samen.
Oribates sp. mehrere gut erhaltene Panzer.
Bithynia tentaculata, 21 grössere u. kleinere Schalendeckel.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich häufig die Blütenstaubkörner von *Gramineen*, dagegen solche von Waldbäumen nur äusserst spärlich, nämlich die von *Quercus*, *Betula*, *Alnus* und *Populus*, in 1 ccm etwa 450 Stück. Ziemlich zahlreich waren Sporen eines Farnes, vermutlich des *Aspidium thelypteris*, vorhanden. Vereinzelt wurde eine Spore von *Lycopodium annotinum* angetroffen, vereinzelt auch solche von *Sphagnum*."

Nr. 46. Probe aus derselben Schicht, unmittelbar über dem Meeressande entnommen.

Ein tief schwarzbrauner, kalkfreier, deutlich sauer reagierender Bruchwaldtorf, in dessen wässerigem Auszuge sehr viel schwefelsaurer Kalk, aber keine Spur von Eisen nachweisbar war. Die saure Reaktion rührt daher wahrscheinlich von freier Humussäure her, nicht etwa von oxydiertem Schwefeleisen. Auch wurde keine Spur von Pyrit oder Markasit bei der mikroskopischen Untersuchung angetroffen. In der stark zersetzten Grundmasse waren zahlreiche Reiser und Borkenstücke eingebettet. Durch Schlämmen von etwa 400 ccm fanden sich papillöse Würzelchen von *Cyperaceen*, ziemlich zahlreich.

Salix sp., einige Holzbrocken, z.T. ziemlich stark mit dem braunen Mycel von *Polyporus* sp. durchwuchert.

Alnus glutinosa, 2 gut erhaltene Nüsschen, Borke und zahlreiche, bis fingerdicke berindete Reiserstücke.

Betula sp. ein berindetes Reisstück.

Betula cf. pubescens. 4 Nüsschen mit fehlendem oder nur teilweise erhaltenem Flügelsaume.

Rubus sect. Eubatus, ein etwas beschädigter Steinkern.

Bei der mikroskopischen Durchmusterung einer Reihe von Präparaten fanden sich in beträchtlicher Menge Farnsporen, wahrscheinlich alle von *Aspidium thelypteris*, von denen einige sicher als daher rührend bestimmt wurden. Ferner eine Spore von *Polypodium vulgare* nebst einzelnen Farnsporangien. Weiterhin eine Teleutospore von *Puccinia cf. graminis*, vereinzelte Sporen von *Sphagnum*, Blattrümmer von *Hypnum* sect. *Drepanocladus* und ein Blatt von *Brachythecium salebrosum*. Waldbaumblütenstaub

auch hier nur äusserst spärlich, in 1 ccm insgesamt etwa 850 Stück, nur von *Pinus, Quercus* und *Populus. Gramineen*blütenstaub dagegen ziemlich häufig!

Der untere Bruchwaldtorf ist im südlichen Abschnitte des Lagers ebenso vorhanden wie im nördlichen, der im Januar untersucht wurde. Ebenso wie dort ist darüber die Kalkmudde gelagert. Dagegen fehlt der obere Bruchwaldtorf anscheinend. Der Südteil des Moores mag, bevor es zur Ablagerung des obern Bruchwaldtorfes kam, durch eine Wanderdüne verschüttet worden sein.

Auffallend ist in dem ganzen Lager das spärliche Vorkommen des Blütenstaubs derselben Waldbäume, die in ihm angetroffen wurden. Es ist im südwestlichen Teile noch wesentlich geringer als im nördlichen. Die geringe Menge kann nicht durch Zerstörung solcher Blütenstaubkörner erklärt werden, da die viel zarteren von *Gramineen* reichlicher als gewöhnlich erhalten geblieben sind. Vermutlich ist die Erscheinung dadurch zu erklären, dass südlich und westlich von dem Moore keine grösseren Waldbestände so nahe vorhanden waren, dass von ihnen aus Blütenstaub in nennenswerter Menge hierher gelangen konnte und der von den Bäumen dieser Sumpflandschaft und ihrer unmittelbaren Umgebung selber erzeugte durch südliche und westliche Winde rasch weiter fortgeführt wurde. Auf anhaltende südwestliche Luftströmungen scheint es zu deuten, dass im südwestlichen Lagerteile nur Spuren von Waldbaumblütenstaub niederfielen, im nordöstlichen dagegen offenbar mehr davon."

V. FLORISTIK DES MOORES VON VOGELENZANG.

Floristik des Moores von Vogelenzang.

Soweit die ausserordentlich interessanten Mitteilungen von WEBER. Im Anschlusse bringe ich eine floristische Zusammenstellung der aufgefundenen Fossilien, systematisch geordnet.

Bacillariaceae.

Achnanthes exilis.
Achnanthes hungarica.
Epithemia turgida.
Pinnularia major.
Pinnularia viridis.

Characeae.

Chara balthica.
Chara crinita.

Chara hispida.
Chara intermedia.

Basidiomycetes.

Ustilago echinata.

Hepaticae.

Sphagnum acutifolium.

Musci frondosi.

Brachythecium rutabulum.
Brachythecium salebrosum.
Hypnum pseudofluitans.
Hypnum fluitans.
Hypnum lycopodioides.
Hypnum scorpioides (Scorpidium scorpioides).
Hypnum Sendtneri.

Equisetaceae.

Equisetum heleocharis.

Lycopodiaceae.

Lycopodium annotinum.

Polypodiaceae.

Polypodium vulgare.
Aspidium (Polystichum) Filix mas.
Aspidium (Polystichum) Thelypteris.

Coniferae.

Pinus silvestris.

Typhaceae.

Typha latifolia.

Sparganiaceae.

Sparganium minimum.
Sparganium ramosum.

Potamogetonaceae.

Potamogeton alpinus (= P. rufescens.).

Juncaceae.

Juncus lamprocarpus.

Gramineae.

Phalaris arundinacea.
Arundo phragmites.

Cyperaceae.

Carex pseudo-cyperus.
Cladium mariscus.
Heleocharis palustris (= Scirpus paluster).
Scirpus silvaticus.
Scirpus Tabernaemontani.

Cupuliferae.

Betula verrucosa (= B. alba.)
Alnus glutinosa.
Corylus Avellana.
Carpinus Betulus.
Fagus silvatica.
Quercus pedunculata.

Salicaceae.

Salix cinerea.
Salix caprea.
Salix aurita.

Ceratophyllaceae.

Ceratophyllum submersum.

Caryophyllaceae.

Stellaria media.

Ranunculaceae.

Batrachium aquatile.
Ranunculus acer.
Ranunculus Flammula.
Ranunculus repens.

Nymphaeceae.

Nymphaea alba.
Nuphar luteum.

Aquifoliaceae.

Ilex Aquifolium.

Umbelliferae.

Hydrocotyle vulgaris.

Rosaceae.

Crataegus monogyna.

Oleaceae.

Fraxinus excelsior.

Gentianaceae.

Menyanthes trifoliata.

Labiatae.

Mentha aquatica.

Compositae.

Leontodon autumnalis.
Taraxacum officinale.

VI. SCHLUSSBETRACHTUNGEN.

Aus den hier mitgeteilten Befunden schliesst WEBER den folgenden geologischen Werdegang des Moores.

„Weil der Sand im Liegenden von Vogelenzang vom Meere abgesetzt worden ist, so ergibt sich als unzweifelhaft, dass die Moorbildung an dieser Stelle begann, nachdem sich das Land über dem Meeresspiegel gehoben oder der Meeresspiegel sich entsprechend gesenkt hatte. Ob man es so oder so ausdrücken will, ist für den hier ins Auge zu fassenden Erfolg gleichgültig. Pflanzenablagerungen von bedeutender Mächtigkeit können zwar auch in Brackwasser entstehen. Die tiefst liegende Pflanzenablagerung des von mir bei Vogelenzang untersuchten, unter Dünensand begrabenen alluvialen Moores, ist aber eine Süsswasserbildung. Jedenfalls war der Salzgehalt des Wassers der damals hier vorhandenen Teiche und Sümpfe sowie des später entstandenen flachen Sees so geringfügig, dass die Süsswasserpflanzenwelt nicht dadurch gehindert wurde ausschliesslich zu herrschen.

Das Vorkommen von *Scirpus tabernaemontani* steht damit nicht im Widerspruch. Denn diese Art wächst zwar mit Vorliebe in schwach salzigem Wasser, bildet aber im Küstengebiete der Nordsee sehr häufig auch in ganz süssem Wasser ausgedehnte Bestände.

Betrachtet man das Gesamtbild der Pflanzenfunde der tiefsten Lage des Moores von Vogelenzang, dann lässt sich kein Einfluss von Nordseewasser, das etwa durch den Sand vom Meere her nach hier durchgedrückt oder aus dem Untergrunde kapillar emporgestiegen sein könnte, erkennen. Die Unterkante des Moores muss sich also beim Beginne der Ansiedlung von Sumpfpflanzen bereits in angemessener Höhe über dem Salzwasserspiegel befunden haben, nachdem vorher hier Meeressand abgelagert worden war. Ob die wahrscheinlich dem Beginne der atlantischen Periode oder vielleicht noch der borealen Periode angehörige Landhebung sich in der folgenden Zeit fortgesetzt hat, ob sie von Stillstandlagen oder von zeitweiligen Senkungen während der Entstehung des Moores unterbrochen war, darüber hat die Untersuchung des letzteren mir keinerlei Anhalt ergeben.

Auf jeden Fall hat niemals eine so grosse Senkung stattgefunden, dass salziges Meerwasser wieder in das Becken zwischen den Dünen einzudringen vermochte. Wenigstens wurde während der niederschlagsreichen atlantischen Periode ein vielleicht im Untergrunde auftretendes Salzwasser, durch das sich in dem Boden und in dem Becken ansammelnde, aus den Niederschlägen herrührende Süsswasser beständig so tief hinuntergedrückt, dass es keinen Einfluss auf die Pflanzen des Dünensees und seiner Ufer auszuüben vermochte.

Während der ganzen Zeit der Moorbildung, d. h. während der ganzen atlantischen Periode stieg das Wasser in der Niederung des Dünentals infolge der regelmässigen und ausgiebigen Niederschläge dieses feuchten Zeitalters. An Stelle der anfänglich vorhandenen Teiche und Sümpfe entstand ein Süsswassersee von zuletzt wenigstens 2 m Tiefe.

Die Kalkmudde setzte sich in ihm ab, während der Sumpfwald durch das steigende Wasser an den Ufern des Sees beständig höher emporgedrängt wurde, wie an dem Ost- und Westrande des Mooraufschlusses sehr deutlich und schön zu erkennen war. Als bald breiterer, bald schmälerer Bruchwald umkränzte er den See.

Zugleich bedeckten sich unter dem Einflusse des feuchten Klimas die umgebenden Dünenhügel mit Wald, der seinen Moder als weithin verfolgbare Zwischenlage des Dünenprofiles zurückliess. Der ursprüngliche Gehalt des Dünensandbodens an kohlensaurem Kalk wurde durch die Einwirkung der Humusdecke und durch die reichen Niederschläge des atlantischen Zeitalters ausgelaugt und gelangte in dem See eben als Kalkmudde wieder zum Absatz.

Der Eintritt der nunmehr folgenden Trockenperiode des subborealen Zeitalters hatte zur Folge, dass sich der Wasserstand des Sees so tief senkte, dass der Sumpfwald von den Rändern her den ganzen ehemaligen Seegrund überwachsen und den oberen Bruchwaldtorf hinterlassen konnte. Erst nachdem dieser eine gewisse Mächtigkeit erreicht hatte, näherte sich die Rotbuche (*Fagus silvatica*) diesem Teile der Niederlande, so dass ihr Blütenstaub stellenweise in den Moorbildungen bei Vogelenzang erscheinen konnte, nachdem er in den Mooren der östlichen Niederlande anscheinend bereits etwas früher aufgetreten war.

Um diese Zeit kamen in dem in Rede stehenden Gebiete Wanderdünen auf, die den Wald der alten Dünen samt dem bis

dahin entstandenen oberen Bruchwaldtorf der Niederung verschütteten. Aber nach dem Befunde in dem südlichen Teile des Moorlagers (siehe meinen Bericht vom 27 November 1923) begann dort die Sandüberschüttung schon gleich nach dem Austrocknen des Sees, bevor sich dort der obere Bruchwaldtorf abzulagern vermochte.

Zunächst erfolgte die Ueberschüttung durch den in Bewegung geratenen älteren und entkalkten Dünensand. Später aber wanderte über dessen Aufschüttung frischer und kalkreicher Dünensand fort.

Ob das Auftreten des letzteren mit einem inzwischen erfolgten Näherrücken des Meeres, vielleicht gar mit einer gewissen Landsenkung in Zusammenhang zu bringen ist, wie ich in meinem Berichte vom 27. März 1923 als Vermutung äusserte, darüber haben mir meine bis 1924 vorliegenden Untersuchungen keine Gewissheit verschafft.

Kurz zusammengefasst ergibt sich meines Erachtens folgendes aus dem Aufbau der Dünen bei Vogelenzang:

1. Eine **Landhebung,** die den unterteufenden Meeressand so hoch hob, dass eine Moorbildung des seichten Süsswassers beginnen konnte. Sumpfwald und flache Teiche nehmen die Niederung zwischen den Dünenhügeln ein.
2. Steigen des Wassers in dem Dünentale infolge der reichlichen und regelmässigen Niederschläge des atlantischen Zeitalters oder des Zeitalters des Altern Sphagnumtorfs der Hochmoore. Entstehung eines über 2 m. tiefen Sees. Der Sumpfwald an seinen Ufern durch das allmähliche und stetige Steigen des Wassers beständig höher emporgedrängt. Bewaldung der Dünenhügel. Entstehung der Waldmoderlage und kleiner flacher Waldmoore in dem Dünenprofil. Entkalkung des Dünensandes unter dieser Moderlage.
3. Eintritt der trockenen Säkularperiode des Grenzhorizontes (der subborealen Periode). Verschwinden des Wasserspiegels des Sees durch Austrocknen. Sumpfwald auf dem Seegrunde, soweit er nicht im Südteile mit Sand überweht wurde. Die Rotbuche diesem Teile der Niederlande näher kommend. Austrocknung der Dünen. Entstehung von Wanderdünen. Endlich vollständige Verschüttung des Dünenwaldes und des Dünenmoores durch Wanderdünen, zunächst mit dem entkalkten Sande der älteren, wieder in Bewegung geratenen Dünen, zuletzt mit frisch vom Meere ausgeworfenem kalkreichem

Wanderdünensande, wobei auch Süsswasserkonchylien enthaltende Teiche und Tümpel der jüngeren Dünen ausgeweht wurden.

4. Wiedereintritt einer niederschlagsreichen, bis in die Gegenwart reichenden Säkularperiode (der subatlantischen Periode oder der Periode des Jüngern Sphagnumtorfs der Hochmoore). Die Wanderdüne, die in der subborealen Periode das atlantische Moor und den atlantischen Wald verschüttet hatte, bewächst mit Moos- und Flechtenteppichen, mit Heide und Gebüsch, kommt zum Stillstande und wird zur inneren Dünenkette.

5. Abtragung der inneren Dünenkette durch die Kultur zur Gewinnung von Gartenland."

Bezüglich der von WEBER aus dem pflanzenpaläontologischen Befund gefolgerten **Landhebung** bemerke ich noch folgendes.

Im Jahre 1911 untersuchte Herr WEBER für mich ein vollständiges Torfprofil, überlagert von kalkhaltigem Meereston und unterlagert von kalkfreiem. Die Ablagerung fand man nahe der Stadt Tholen auf der gleichnamigen Insel; sie ist dort unter dem Namen Darg — Dary = Darinc — Derrie bekannt und wurde beim Graben eines Brunnens angetroffen.

Höhe der Oberfläche	1 Meter + N.N.
Mächtigkeit des Meerestons oberhalb des Torfes	3 Meter
Mächtigkeit der Torfablagerung	1.70 Meter
Datum der Analyse	10 März 1911
Schicht I. Kalkhaltiger Meereston	nicht weiter untersucht.

„Schicht II. Dunkelgrauer, an strukturlosem Humus und feinem Quarzsande reicher Ton, mit Spuren von Glaukonit und ziemlich starkem Gehalt an $CaCO_3$. Durchzogen mit Schilfrhizomen. Enthielt:

Melosira arenaria, häufig.
Melosira subflexilis, spärlich.
Actinocyclus undulatus, spärlich.
Sphagnum imbricatum, einzelne Blätter.
Arundo phragmites, Rhizome.
Alnus, Pollen, wenig.
Spongilla lacustris, Kieselnadeln, zahlreich.
Rotalia, entkalkte Gehäuse, sehr wenig.

Schicht III. Tonhaltiger Bruchwaldtorf mit ziemlich viel Resten von Seggen und Schilf sowie stark zersetzten Resten von Laubholz, durchsetzt mit kleinen Gipskristallen und mit mikroskopischen Körnern von Schwefeleisen (beides wie in sämtlichen Proben III—VIII).

Bestimmt wurden:

Aspidium thelypteris, Rhizome, Sporangien und Sporen.
Pinus silvestris, Pollen vereinzelt.
Sparganium simplex, 1 Steinkern.
Arundo phragmites, mehrere Rhizome.
Carex pseudocyperus, 1 Balg und einige balglose Nüsse, Wurzeln in Menge.
Alnus sp., Pollen wenig.
Quercus sp., Pollen wenig.
Ranunculus repens, 3 Früchte.
Sium latifolium, 1 Fruchthälfte.

Schicht IV. Bruchwaldtorf und berindete Wurzeln der Erle, (*Alnus glutinosa*) in Menge, auch Pollen. Ferner:

Betula oder *Corylus*, Pollen.
Sparganium ramosum, 1 Steinkern.

Schicht IV. Bruchwaldtorf und berindete Wurzeln der Erle, sern der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) in Menge. Auch Pollen häufig. Ferner:

Quercus sp., Pollen wenig.
Aspidium sp., Sporen wenig.
Pinnularia nobilis, sehr spärlich.
Pinnularia major, sehr spärlich.

Schicht VI. Bruchwaldtorf, ähnlich dem vorigen, aber nur mit Weidenholz. Eine fingerdicke Lage ganz erfüllt mit Reisern und Blättern von Weiden. Bestimmt:

Aspidium thelypteris, einige Rhizome, Sporen und Sporangien in Menge.
Alnus sp., Pollen ziemlich zahlreich.
Betula aut Corylus, Pollen.
Quercus sp., Pollen.
Salix aurita, Blätter.
Salix cinerea, Blätter an Zahl überwiegend.
Salix, sp., Holz, Pollen.

Schicht VII. Bruchwaldtorf wie VI, mit mehreren Wurzeln von *Salix* sp., Pollen von *Alnus* und Rhizomen, Sporangien und Sporen von *Aspidium thelypteris* in Menge.

Schicht VIII. *Phragmites*haltiger *Caricetum*torf (Schilfhaltiger Seggentorf), mit zahlreichen Rhizomen von *Aspidium thelypteris*, die eine dünne Lage fast ganz erfüllen. Bestimmt:

Sphagnum imbricatum, Blätter und Knospen, mehrfach.
Aspidium thelypteris, Rhizome, Sporangien und Sporen in Menge.
*Gramineen*pollen.
Halmknoten einer kleinen *Graminee*.
Arundo phragmites, 1 Rhizom.
Carex pseudocyperus, Wurzeln, Faserschopf, 1 Balg.
Salix sp., Pollen reichlich.
Alnus sp., Pollen ziemlich häufig.
Quercus sp., Pollen.
Thalictrum flavum, 1 halbe Frucht.
Lycopus europaeus, 6 Klausen.
Menyanthes trifoliata, 1 Same.

Schicht IX, Dunkelgrauer, ziemlich feinsandreicher, humoser Ton von undeutlich blättrigem Gefüge. Mit *geringen Spuren* von $CaCO_3$. Reichlich durchsetzt mit auffallend schmalen Schilfrhizomen. Bestimmt:

Sphagnum papillosum, einige Blätter.
Sphagnum imbricatum, mehrere Blätter.
Pinus silvestris, Pollen mehrfach.
Arundo phragmites, Rhizome.
Salix, Pollen mehrfach.
Alnus, Pollen wenig.
Quercus, Pollen mehrfach.
Betula aut Corylus, Pollen wenig.
Ericalee, Pollen vereinzelt.
Campylodiscus cribrosus, vereinzelt.
Coscinodiscus minor, vereinzelt.
Paralia sulcata, häufig, in ziemlich grossen Exemplaren.
Spongilla lacustris, Kieselnadeln häufig, aber meist zerbrochen.
Rotalia sp. entkalkte Schalen mehrfach.
Es ergibt sich aus diesen Befunden folgendes:
N°. IX ist ein Absatz aus Wasser mit stärkerm Salzgehalt in der Nähe des Landes, von dem aus Reste von Landpflanzen,

Spongillen und Süsswasserdiatomeen eingeschwemmt wurden. Wahrscheinlich war der Ablagerungsort ein flacher Sund des Meeres, an dessen Ufern eine kleine Salzwasserform des Schilfes wuchs.

Darauf erfolgte eine *ziemlich rasche und namhafte Hebung*. Das Gelände wurde nicht mehr von Salzwasser, sondern von süssem Wasser überflutet, Infolge dessen bildete sich eine Seggenwiese aus, die mit Schilfrohr durchwachsen war.

Sehr bald wurde die Vegetation aber durch einen Bruchwald verdrängt, dessen Rückstände in N°. VII—IV vorliegen. Er war anfänglich noch anscheinend sehr nass, da er geraume Zeit hindurch überwiegend aus Weiden bestand (siehe Nr. VII und VI). Erst nachdem sich der Moorboden mit deren Resten weiter aufgehöht hatte, entwickelte sich der typische Erlenbruchwald, dessen Rückstände in Nr. V und IV vorliegen. Dann setzte wieder eine allmählich zunehmende Vernässung ein. Der immer stärker versumpfende Bruchwald lichtete sich. Mit Schilfrohr durchsetzte Seggenwiesen breiteten sich über der von ihm hinterlassenen Torfschicht von neuem aus, und schliesslich drang schlickhaltiges, zunächst noch süsses Wasser ein. Dieser Zeit gehört Nr. III a.

Zuletzt entwickelte sich eine Lagune mit schwach brackischem Wasser und einem Schilfröhricht, worauf die in Nr. II gefundenen Reste hinweisen.

Da nun über dem Torf eine 3 m mächtige Schicht Meeresschlick abgelagert worden ist, so ist es sicher, dass die Torfschicht, sei es durch eine Bodenbewegung oder durch ein Höhersteigen des Meeres, unter dessen Oberfläche geraten ist, und die Annahme liegt nahe, dass die bezügliche Bewegung begann, nachdem sich die Lage des Bruchwaldtorfes, der die Probe IV entstammt, abgelagert hatte.

Sicher ist das aber keineswegs. Vielmehr erhebt sich bei mir Zweifel gegen eine solche Annahme. Denn das Steigen des Grundwassers nach der Entstehung der Schicht IV des Profiles kann auch durch die Verlegung eines den Grundwasserstand der Gegend beherrschenden und sich schlängelnden Flusslaufes oder durch die Entstehung einer aufstauenden Barre in diesem hervorgerufen worden sein und braucht nichts mit einer Verschiebung von Land- und Meeresoberfläche zu tun zu haben. Allerdings lagert über dem Torf die Brackwasserschicht II, die in den darüber liegenden Meeresschlick übergeht. Allein man weiss nicht, ob nicht zwischen III und II ursprünglich noch Moorschichten vor-

handen gewesen sind, die durch den Einbruch des Meeres zerstört worden sind und deren Untersuchung erst Aufschluss über die Ursache der in Rede stehenden Zunahme der Nässe geliefert hätte".

Im Jahre 1927 schrieb mir Herr WEBER noch folgendes:

Datum: 27 April.

„Nachdem ich seit der Untersuchung der Torfprobenreihe von Tholen (1911) die Gelegenheit hatte, an guten Aufschlüssen in Ostfriesland zu sehen, in welcher tiefgreifenden Art die unter Marschklei liegenden Moorbildung durch den Einbruch des Meeres abgetragen, zertrümmert und schollig verschoben worden sind, sehe ich mich genötigt, auch hinsichtlich des Tholener Moorprofiles die Möglichkeit solcher Störungen in Betracht zu ziehen, und halte es für recht wohl möglich, wenn nicht gar für wahrscheinlich, dass der Einbruch des Meeres erhebliche Zeit nach der Ablagerung der Schicht III stattgefunden hat.

Mit etwas mehr Zuversicht dürfte man die **Landhebung**, die bei Tholen mit der Schicht IX über Meeresschlick nachweisbar ist, zeitlich ungefähr der gleich setzen, in der das Meer bei Vogelenzang zurückwich und die Entstehung des dortigen Dünenmoores einsetzte, und sie demgemäss an dem Ende des borealen [1]) oder dem Anfange des atlantischen Abschnittes der Alluvialzeit suchen. Die in dem untermeerischen Torfflöze von Tholen angetroffene Pflanzenwelt widerspricht einer solchen Zeitbestimmung bisher nicht, und das Fehlen der Rotbuche in ihr darf man als damit im Einklang stehend betrachten.

Trifft diese Annahme zu, dann gehört der erhalten gebliebene Teil des Flözes der atlantischen Periode, dem Zeitalter des Ältern Sphagnumtorfes, an. Die Bestimmung der Zeit, in der das Meer hier wieder erschien, ist solange nicht möglich, als man nicht sicher weiss, ob das Tholener Flöz unversehrt vorliegt oder durch dessen Einbruch teilweise abgetragen worden ist.

Ich nehme indes auf Grund meiner Beobachtungen in Ostfriesland einstweilen an, dass eine solche Abtragung geschehen ist und vermute, dass der Einbruch etwa um dieselbe Zeit erfolgte, als der atlantische Dünenwald bei Vogelenzang durch Wanderdünen verschüttet wurde, d. h. während der subborealen Zeitstufe, dem Zeitalter des Grenzhorizontes, oder nur wenig früher, und

---

[1]) „Ich verbinde mit dem Begriff „boreal" keine klimatischen Vorstellungen, wie von BLYTT geschah, sondern fasse ihn mit HELLMUTH WEBER (Abh. Naturw. Ver. Bremen XXIV, 1918, S. 231) rein zeitlich."

dass die Zunahme der Nässe oberhalb der Schicht IV ihre einfache Erklärung in der Zunahme der Niederschläge auf dem Höhepunkte des atlantischen Zeitalters findet, denen auch die Kalkmudde von Vogelenzang ihre Entstehung verdankt, so dass diese und die Schicht III von Tholen zeitlich gleichzusetzen wären. Demgemäss lese ich kurz gefasst folgende Geschehnisse aus dem Tholener Profile hypothetisch ab:

1. Zurücktreten des Meeres am Ende des borealen oder am Anfange des atlantischen Abschnittes der Alluvialzeit,
2. Entstehung des Moores während der atlantischen Zeitstufe,
3. Wiedererscheinen des Meeres am Schlusse der atlantischen oder während der folgenden subborealen Zeitstufe,
4. Zerstörung des obersten Teiles des Torfflözes durch das Meer,
5. Ablagerung von 3 m Meeresschlick über dem Reste des Torfflözes während der subatlantischen Zeitstufe, dem Zeitalter des Jüngern Sphagnumtorfes.

Er wird die Aufgabe weiterer Forschung sein, die hier berührten Fragen zu klären und endgültig befriedigend zu lösen."

Wageningen, Mai 1927.

KARTE DES FUNDORTES.

A = Stelle wo Profil I, II, III, IV A und IV B aufgenommen worden sind.
B = Stelle wo Profil V gebohrt worden ist.
C = Stelle wo Profil VI aufgenommen worden ist.

NÄHERE BESCHREIBUNG DER BEIGEGEBENEN ABBILDUNGEN.

Sämtliche Aufnahmen geschahen im September und Oktober 1922.

ABBILDUNG I.

Uebersichts-Aufnahme des ganzen in Rede stehenden Gebietes. Links nach hinten in der Mitte des Bildes Torfablagerung. Der Graben entwässert das Gelände. Die weissen Stellen rechts und links: Untergrund bestehend aus Meeres-Sand, im Hintergrunde die nicht angeschnittene Wiese mit Vieh. Links im Hintergrunde die sich bis zum Meere ausdehnenden Dünen.

Blick von S.O. — N.W.

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung II

Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG II.

Abbildung des ersten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 5 beschriebenen Schichten. Der unverwitterte kalkhaltige Sand beginnt links tief unten.

ABBILDUNG III.

Abbildung des zweiten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 5 beschriebenen Schichten.

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung IV

Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG IV.

Abbildung des dritten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 6 beschriebenen Schichten.

ABBILDUNG V.

Ins einzelne gehende Aufnahme der Torfablagerung.
A = Obere Torfschicht, hier 0.30 m. mächtig.
B = Schneckenmudde, hier 0.70 m. mächtig.
C = Untere Torfschicht, hier 0.55 m. mächtig.
Unterhalb C Sand mit Meeres-Mollusken.
Oberhalb A aufgewehter Flugsand.

Abbildung V

Photo K. VOLKERSZ

Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG VI.

Das nordöstliche Ende der Abgrabung. Links sieht man, wie die geologisch-älteren Dünen bewachsen sind, rechts die nicht abgegrabene Wiese, bestehend aus Auftrag, stellenweise etwas Torf, darunter Meeressand. In dem Hintergrunde das Dorf Vogelenzang von Baumgruppen umgeben. Im Vordergrunde erblickt man im Meeressande wurzelende Eichenstrümpfe.

ABBILDUNG VII.

Ganz vorne sieht man eine Rohhumusschicht, über ihr eine keilförmige Flugsandschicht. Darüber neuer Rohhumus. Diese Rohhumus-Schicht setzte sich kontinuierlich in die grösseren Torfmoor-Ablagerung rechts fort. Sie weist darauf hin, dass in trockenen Zeiten die vertorfte Stelle schmaler und von Flugsand-Ablagerungen eingeengt wurde. Dann kamen wieder Zeiten grösserer Feuchtigkeit, und die Vertorfung erreichte wieder ihre frühere Grenze. Ob diese Schwankungen solche des Klimas sind, darüber fehlt uns jegliches Urteil.

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung VIII

Photo K. VOLKERSZ

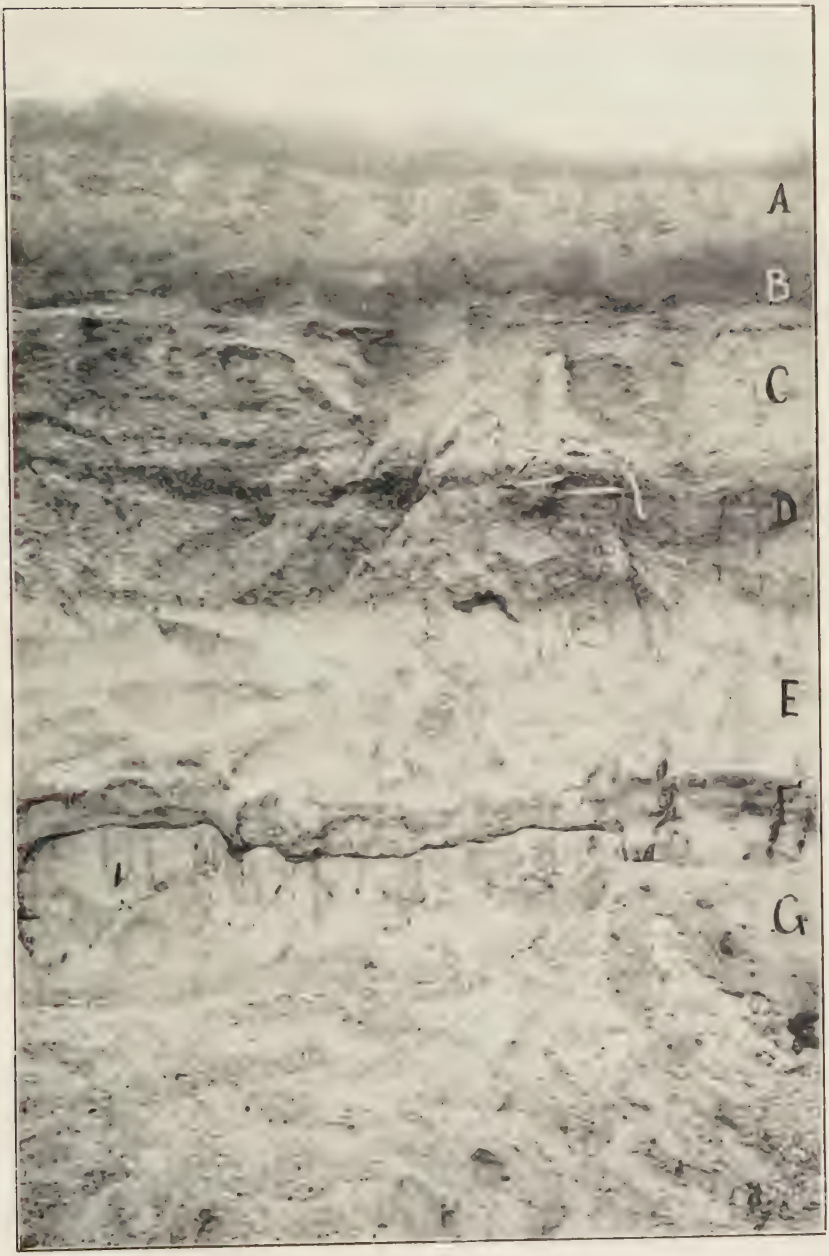
ABBILDUNG VIII.

Uebersichtsaufnahme des ganzen Gebietes in der Nähe des „Veenenburgerlaan", dort wo auf der Karte C steht. Man sieht, wie der neue Kulturboden gewonnen wird. Die Kalkgrenze (auf dem Hintergrunde des Bildes deutlich angegeben) liegt hier maximal 1½ Meter oberhalb des Grundwasserspiegels.

ABBILDUNG IX.

Abbildung des 6ten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 7 beschriebenen Schichten.

Abbildung IX



grenze

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung X

Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG X.

Die Grenze zwischen Sandortstein (oben) und kalkhaltigem Sand (unten). Man sieht, wie der Ortstein taschenförmig in den unterliegenden Sand dringt.

Aufgenommen dort, wo in Abb. VIII die zwei blossgelegten Sandwände zusammentreffen. Die Stelle ist vermerkt x.

Rapport over proefnemingen met de electrische wrongel-roermachine voor de boerderij, door Prof. Ir. B. van der Burg, Wageningen en Dr. W. van Dam, Hoorn, met medewerking van Ir. C. A. Koppejan en K. G. Staal, Wageningen en C. Pijper, Hoorn.

Van verschillende zijden werd tot het Laboratorium voor Zuivelbereiding der Landbouwhoogeschool en tot het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn het verzoek gericht een onderzoek in te stellen naar de geschiktheid van bovengenoemde machine voor de bedrijven der zelfkazende boeren. Bij onderling overleg werd besloten, dat aan de Landbouwhoogeschool de proeven over de bereiding van volvette kaas met den electrischen roerder zouden worden voortgezet,[1]) terwijl aan het proefstation Hoorn alleen 40+ Edammers zouden worden bereid. Onze bevindingen zijn in het hiervolgende weergegeven.

A. BEREIDING VAN VOLVETTE KAAS.

I. *De gebruikte melk.* Deze was afkomstig van den veestapel der Afdeeling Veeteelt van de Landbouwhoogeschool. De beschikbare hoeveelheid was helaas te gering om gelijktijdig twee bakken te bewerken, de eene met de hand, de andere met de machine. Het onderzoek moest dus zóó worden ingericht, dat afwisselend kaas werd gemaakt met de hand en met den roerder. Om voldoende melk te hebben, moest de avondmelk koel bewaard worden, ten einde ze den volgenden morgen, na vermenging met de versche morgenmelk, te verkazen. In den tijd, waarin de proeven werden uitgevoerd, was een afzonderlijke verwarming van de koude avondmelk ter verkrijging van een gelijkmatige verdeeling van den room door de melk overbodig (de proeven werden genomen tusschen 20 April en 11 September 1926).

Gebrek aan personeel was oorzaak, dat slechts op een beperkt aantal dagen van de genoemde periode geëxperimenteerd kon worden. Zooveel mogelijk werd gewerkt op vijf achtereenvolgende dagen in één week. De gebruikelijke toevoegsels als zuursel, salpeter, enz. werden bij beide bewerkingswijzen steeds in gelijke hoeveelheden met de melk vermengd. Water hebben wij echter niet toegevoegd, behalve in de laatste twee weken; toen werd bij het opwarmen van de wrongel van 100 l melk 3 l water gebruikt.

[1]) In het Laboratorium voor Zuivelbereiding was de machine in den zomer van 1925 reeds gebruikt en beproefd. Een voorloopig rapport over de daar opgedane ervaringen vindt men in *De Producent* van 2 April 1926.

II. *De kaasbak.* Wij gebruikten van 21 April tot 26 Juni een bak van 350 l inhoud; daarna een van 200 l. De bakken waren dubbelwandig en voorzien van een weikraan. De middellijnen waren, boven gemeten, 105 en 80 cm.

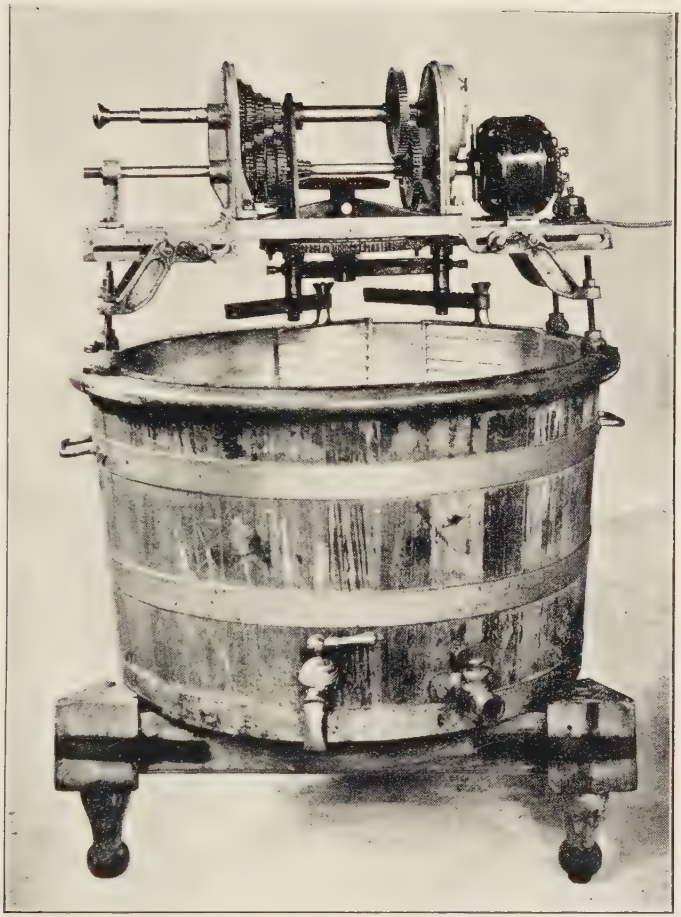
III. *De stremming.* De vroeger opgedane ervaring, dat voor de machinale bewerking de melk zeer zacht gestremd moet worden en bij lage temperatuur, werd bij de voortgezette proeven bevestigd. Zachte wrongel wordt met de scherpe mesjes werkelijk *gesneden.* Indien de wrongel te vast is geworden, gaat het snijden gepaard met splijten en breken, met gevaar voor verhooging van het vetgehalte der wei. Is de temperatuur te hoog, dan geschiedt het vast worden van de wrongel in een sneller tempo dan waarin het snijden met de machine kan geschieden, zoodat de wrongel, vóór de messen uit, scheurt en open splijt en dus meer gebroken dan gesneden wordt. Bij de proeven te Wageningen is de stremmende werking verkleind door lage stremmingstemperatuur (± 2° C. lager), niet door vermindering der hoeveelheid stremsel. Daar men met de machine de roersnelheden slechts sprongsgewijze kan veranderen, is het kiezen van het juiste tijdstip voor het begin van het snijden bij de machinale bewerking van nog grooter belang dan bij de handbewerking!

IV. *Het snijden en roeren.* Bij het snijden merkt men op, dat op een gegeven oogenblik de wrongel door het *binnenste mes* niet meer gesneden wordt, maar wordt weggeschoven. Men moet dan de machine een grootere snelheid geven, hoewel het buitenste mes de wrongel nog goed snijdt. Door vergrooting van de snelheid op dit oogenblik loopt men gevaar, dat het buitenste mes de nog zeer zachte wrongel te krachtig bewerkt.

Het kwam ons gewenscht voor te beproeven of wij door een andere constructie van het binnenste mes zouden kunnen bereiken, dat de wrongel niet te gauw voor dit mes bleef hangen. Wij lieten daarom een nieuw (binnenste) mes maken met verticaal staande bladen. Dit mes bleek echter voor het doel niet bruikbaar.

Het zou o. i. gewenscht zijn de proef te nemen met een binnenste mes, waarvan de bladen wijder uiteen staan. Ook zou men kunnen onderzoeken, of het niet beter zou zijn, het binnenste mes sneller om zijn as te laten draaien; dit laatste zou waarschijnlijk bij het roeren een voordeel blijken te zijn.

Zooals reeds is medegedeeld, hebben wij de machine gebruikt voor 2 verschillende kaasbakken, één van 200 en één van 350 liter inhoud.



Electrische wrongelroerder.
(De kap, welke de kamwielen beschermt, is voor het nemen van de foto weggenomen.)

Bij verwerking van een groote hoeveelheid melk in de groote tobbe — bij een vulling van ongeveer 300 liter en meer — gaat het snijden en eerste roeren uitstekend. Nadat echter de tweede portie wei is afgetapt en de wrongel dus in een kleine hoeveelheid wei verzameld is, blijkt de motor niet sterk genoeg te zijn om aan de roerders de gewenschte snelheid te geven; de machine loopt niet meer regelmatig, ze maakt stootende bewegingen, waardoor er wrongel over den rand van den bak gestort wordt, tenzij men de machine op een lagere, b.v. op de 4de, versnelling zet. Deze is echter niet voldoende om de wrongel op tijd droog te krijgen.

Dit bezwaar kan natuurlijk verholpen worden, door de machine te voorzien van een iets sterkeren motor.

Overstorten van wei en wrongel komt soms ook voor tijdens het nawarmen en naroeren, indien zich in de wrongel klonters hebben gevormd; deze blijven dan voor de messen hangen. Het optreden van klonters was bij de proeven te Wageningen waarschijnlijk wel het gevolg van de inrichting van den daar gebruikten kaasbak, waarvan de binnenkant naar beneden toe een schuiner verloop heeft dan de roerders, welke klaarblijkelijk voor bakken van een ander model zijn geconstrueerd. De messen strijken niet dicht genoeg langs den wand, waardoor plaatsen ontstaan, waar de wrongel gemakkelijk iets te sterk verwarmd wordt en samenklontert. Behalve aan den wand, kan dit ook licht gebeuren op den bodem van den binnenbak, die plaatselijk iets doorgezakt is. Wij voorkwamen deze bezwaren zooveel mogelijk door langzaam, d. w. z. met een groote hoeveelheid water van niet te hooge temperatuur, na te warmen; een maatregel, die ook uit anderen hoofde steeds is aan te bevelen.

Vóór het nawarmen mag niet te weinig wei worden afgetapt; wij hebben geprobeerd den onregelmatigen gang (zie boven) van de machine tijdens het nawarmen te voorkomen door minder wei af te tappen. Laat men dàn de machine op de volle snelheid loopen, dan wordt echter eveneens wrongel over den rand geslagen. Gewoonlijk geschiedt dit tegen het einde van het roeren als de wrongeldeeltjes „rijp" en dus soortelijk zwaarder beginnen te worden.

De machine bleek bij gebruik van de kleine tobbe geen goed werk meer te leveren, wanneer de hoeveelheid melk kleiner was dan omstreeks 100 liter (d. i. de halve inhoud). De wrongel is dan niet meer voldoende droog te krijgen. Waarschijnlijk was dit bezwaar te verhelpen òf door een hoogere versnelling aan te brengen òf nog beter door een andere constructie van de messen.

Het zou ons gewenscht voorkomen, dat de messen gemakkelijk 180° gedraaid konden worden, opdat men bij het roeren den stompen kant naar voren kon zetten; dit zou waarschijnlijk een intensiever roeren ten gevolge hebben.

V. *De verzamelde gegevens.* De wei, welke tijdens de bewerking van de wrongel in drie porties werd afgetapt, verzamelden we in één bak; hieruit namen wij een monster voor onderzoek op vetgehalte, soortelijk gewicht en ruw-eiwitgehalte. Voor een groot gedeelte van de proef bepaalden we het vetgehalte van elke portie wei afzonderlijk. Wij gebruikten de methode van GERBER; de omstandigheden lieten niet toe voor het onderzoek der wei een meer tijdroovende methode toe te passen. Had ons meer hulp ten dienste gestaan, dan zouden we liever de methode van WEIBULL hebben gevolgd. Verder werd het vetgehalte in de droge stof der kazen van de beide series bepaald, en tevens nog verschillende andere grootheden, die echter afzonderlijk, in een ander verband, zullen worden gepubliceerd; voor de beoordeeling van de werking der machine zijn zij niet noodig. De keuring der gemaakte kazen geschiedde door ons zelf.

VI. *De uitkomsten.* In tabel I zijn deze aangegeven.

Uit de eerste kolom dezer tabel blijkt, dat gedurende 91 dagen proeven genomen werden, die voor de beoordeeling kunnen dienen. Op 50 dagen werd met de machine gewerkt, op 41 dagen had de bewerking met de hand plaats.

De kolommen 2, 3, 4, 5, 6 en 7 toonen de vetgehalten der 1ste, 2de en 3de afgetapte wei. Zoowel voor *h* als voor *m* blijkt, dat de eerste wei het hoogste vetgehalte vertoont, en wel hooger dan de gemiddelde monsters (kolom 8 en 9). De tweede wei bevatte reeds duidelijk minder vet en de derde leverde een vetgehalte, dat merkbaar lager was dan dat van de gemengde monsters. Naarmate het ontwateringsproces van de wrongel voortschrijdt, wordt vetarmere wei uitgedrukt. Verschillen van beteekenis in dit opzicht werden voor *h*- en *m*-wei niet geconstateerd. Aan den voet van de kolommen 8 en 9 zijn twee gemiddelden opgegeven, de bovenste van alle genomen proeven, de onderste alleen van de na 26 Mei uitgevoerde experimenten. Deze verdienen het meeste vertrouwen. Bij de proeven tot 26 Mei werd n.l. dadelijk na het voorsnijden met het Amerikaansche snijmes (verticale biaden), eerst in één richting, dan nog eens loodrecht daarop, geheel met het klienhek verder gewerkt. Het vetgehalte der wei was toen te hoog. Later werd 10 minuten met het snijmes ge-

sneden en eerst dan met het klienhek verder gewerkt; toen daalde het vetgehalte der wei tot het normale bedrag. Het gemiddelde van de gevonden waarden na genoemden datum is voor de *m*-wei practisch gelijk aan dat van de cijfers der *h*-wei, n.l. 0,32 % en 0,34 %. Hetzelfde geldt voor het ruw-eiwitgehalte, aangegeven in de kolommen 12 en 13; de *h*-wei bevatte gemiddeld 0,852 %, de m-wei 0,848 % eiwit.

In de kolommen 14 en 15 vindt men het vetgehalte in de droge stof van de kaas (uitgezonderd de kruidkaas); de gemiddelde waarden zijn 48,29 % voor de *m*-, 48,0 % voor de *h*-kaas, dus slechts weinig verschillend. Het iets hoogere percentage voor de *m*-kaas klopt in zooverre met het vetgehalte der *m-wei*, dat dit laatste gemiddeld *iets* lager werd gevonden dan dat der *h*-wei, zoodat onder overigens gelijke omstandigheden inderdaad wat meer vet in de droge stof der *m*-kaas zou moeten worden teruggevonden. Intusschen zijn de gevonden verschillen te klein, om toeval bij deze uitkomsten uitgesloten te achten, maar de resultaten van het verrichte onderzoek kunnen in elk geval als goed worden beschouwd.

In de laatste kolom is ten slotte de beoordeeling aangegeven. Van eenig verband tusschen de kwaliteit van de kaas en de bewerking van de wrongel met de hand of met de machine is ons niets gebleken. Er is geen reden aan te nemen, dat bij de machinale bewerking van de wrongel de kans op gebreken in de kaas grooter is dan bij de handbewerking, zooals men misschien geneigd zou zijn bij de eerste kennisneming van de beoordeelingsstaten te doen. Opgemerkt moet echter worden, dat wij na 21 Augustus de machine tijdelijk buiten gebruik hebben gesteld, omdat wij den indruk kregen, dat de wrongel met de machine niet meer voldoende droog was te krijgen. Reeds toen hadden wij te weinig melk!

Gedurende de eerste dagen van de proeven kregen wij brosse, iets korte kaas; dit is klaarblijkelijk te wijten geweest aan de eigenschappen van de verwerkte melk aan het einde van den staltijd.

In het begin van den weidetijd hadden wij eenige keeren heft in de kaas; van een verband tusschen dit gebrek en het al of niet gebruiken van de machine blijkt evenwel niets. In Augustus trad wederom heft op. In dien tijd kregen wij den indruk, dat dit gebrek minder erg was, indien wij de wrongel met de hand bewerkten. Met de machine was in dien tijd de wrongel moeilijk droog te krijgen. Dit moet voornamelijk worden toegeschreven aan

TABEL I.

Datum. 1926.	Afgetapte wei. Vetgehalte. 1e	1e	2e	2e	3e	3e	gemengd monster.		S.G. bij gemengd monster.
	% h.	% m.	% h.	% m.	% h.	% m.	% h.	% m.	h.
April.									
20 m.								0,40	
21 h.							0,45		28,2
22 m.								0,30+	
23 h.							0,45		27,6
24 m.								0,40	
26 m.								0,35	
26 h.							0,40		27,2
27 m.								0,40	
28 h.							0,55		27,1
29 m.								0,35	
30 h.							0,30		26,8
Mei.									
1 m.								0,30	
3 m.								0,45	
4 m.								0,30	
5 h.							0,50—		26,9
6 m.								0,35	
7 h.							0,60		26,9
8 m.								0,45	
11 m.								0,40	
12 h.							0,50		27,2
15 m.								0,35	
18 m.								0,35	
19 h.							0,55		27,0
20 m.								0,40—	
21 h.	0,35		0,50		0,50		0,45		26,8
22 m.								0,40	
25 m.								0.40	
26 h.	0,35		0,30		0,35		0,30+		27,0
27 m.		0,40		0,50		0,30		0,30+	
28 h.	0,30		0,25		0,15		0,20+		26,8
29 m.		0,35		0,25		0,20		0,30—	

iwit hengd nster.	Kaas.			
	Vetgehalte der droge stof.		Beoordeeling.	Ouderdom in dagen.
% m.	% h.	% m.		
0,81		50,1	bros, iets zuur.	211
	49,3		bros, boekelscheuren, iets zuur.	210
0,79		—		
	49,5		knijperig, bitter.	213
0,77		—		
0,79		47,5	mooi zuivel, iets bitter.	210
			mooi zuivel, iets bitter.	200
0,79		48,5	knijperig, bitter.	209
	48,1		kort, zeer bitter.	197
0,79		48,9	kort, zeer bitter.	208
	48,6		zuivel best. (helft van de koeien vorigen dag naar buiten).	209
0,81		—		
0,88		—		
0,88		49,9	mooi zuivel, smaak lekker.	205
	51,8		zuivel met scheuren en maakgaten, overigens gesloten, iets bitter.	207
0,82		50,4	mooi gesloten, prachtig zuivel.	206
	47,7		prachtig gesloten zuivel, uitstekend.	75
0,83		46,3	mooi zuivel, smaak best.	74
0,82		49,3	prachtig gesloten zuivel, smaak best.	210
	47,7		mooi gesloten zuivel, smaak best.	42
0,83		49,2	pachtig zuivel.	204
0,85		49,2	prachtig zuivel, smaak lekker.	196
	48,2		prachtig zuivel, smaak lekker.	195
0,83		46,5	weigat, overigens best.	202
	48,8		weigat, overigens gesloten, beste kaas.	201
0,81		49,1	weigat, overigens gesloten, beste kaas.	200
0,82		47,2	iets los, smaak en consistentie zeer goed.	167
	48,5		mooi gesloten, smaak best.	200
0,84		45,8	kaas met mooie openingen.	192
	47,2		kaas met mooie openingen, uitstekend, iets gerezen.	191
0,87		45,4	kaas met mooie openingen, smaak uitstekend.	190

TABEL I (vervolg).

Datum, 1926.	Afgetapte wei. Vetgehalte. 1e h.	1e m.	2e h.	2e m.	3e h.	3e m.	gemengd monster. h.	gemengd monster. m.	S.G. bi geme mon: h.
	%	%	%	%	%	%	%	%	
Juni.									
1 m.		0,45		0,30		0,25		0,30+	
2 h.	0,40		0,30		0,20		0,30		26,9
3 m.		0,50		0,35		0,30		0,40—	
4 h.	0,40		0,30—		0,25		0,30—		26,9
5 m.		0,45		0,40		0,30		0,40—	
8 m.		0,40		0,35		0,25		0,30+	
9 h.	0,40		0,35		0,30		0,35		26,7
10 m.		0,40		0,25		0,20		0,30	
11 h.	0,40		0,30		0,20		0,30+		26,8
12 m.		0,35		0,25		0,20		0,25	
15 m.		0,40		0,25		0,20		0,30—	
16 h.	0,40		0,30		0,25		0,30+		26,7
17 m.		0,60		0,40		0,30		0,40+	
18 h.	0,40		0,30		0,25		0,30+		26,9
19 m.		0,35		0,25		0,20		0,30—	
22 m.		0,50—		0,40		0,30		0,40	
23 h.	0,45		0,35		0,25		0,35		26,9
24 m.		0,40		0,30		0,25		0,30+	
25 h.	0,40		0,30		0,25		0,30+		26,7
26 m.								0,35	
30 m.				0,25		0,20		0,30—	
Juli.									
26 m.		0,40		0,30		0,20		0,30	
27 m.		0,40		0,30		0,20		0,30	
28 h.	0,55		0,35		0,25		0,40—		26,5
29 m.		0,45+		0,35		0,20+		0,30+	
30 h.	0,45		0,40		0,35		0.40		26,2
31 m.		0,45		0,30		0,20		0,30	
Augustus.									
2 m.		0,40		0,30		0,20+		0,30—	
3 m.		0,45		0,35		0,25		0,30+	
4 h.	0,45		0,35		0,30—		0,35		26,1
5 m.		0,50		0,30		0,25		0,30+	
6 h.	0,55		0,40		0,25		0,30+		26,1

iwit nengd nster.	Kaas. Vetgehalte der droge stof.		Beoordeeling.	Ouderdom in dagen.
% m.	% h.	% m.		
0,87		49,3	knijperig, kort, zuur.	69
	48,3		iets bros, smaak goed.	194
0,86		44,5	prachtig zuivel.	58
	47,5		best zuivel.	195
0,84		46,2	mooie kaas, iets te veel openingen.	194
0,84		48,0	zuivel en smaak best.	195
	—			
0,86		—		
	—			
0,83		48,3	mooi gesloten zuivel, smaak best.	191
0,87		—		
	47,6		iets te veel openingen, overigens best.	187
0,84		46,7	iets heft gehad, verder best.	186
	47,0		iets te veel openingen (heft).	185
0,84		46,9	mooie kaas.	180
0,84		47,2	mooie kaas.	177
	47,2		iets bros, smaak best.	176
0,83		47,0	mooie kaas.	172
	49,1		mooi gesloten kaas.	171
0,84		48,3	smaak goed.	170
0,82		47,6	iets bros.	136
0,88		49,7	iets heft, zuivel overigens goed.	140
0,86		49,8	prima kaas.	135
	48,8		prima in alle opzichten.	127
0,84		49,4	iets te veel openingen, overigens best.	126
	48,6		nat, bros, iets zuur.	129
0,84		48,7	iets zuur, iets bros.	128
0,84		48,4	heft, niet erg lekker, zurig.	126
0,88		49,0	heft, smaak zuur.	125
	48,5		iets zuur en bros.	124
0,88		50,0	zeer los, veel kleine openingen.	126
	50,1		los, zuivel overigens goed.	125

TABEL I (vervolg).

Datum. 1926.	Afgetapte wei. Vetgehalte. 1e	1e	2e	2e	3e	3e	gemengd monster.		S.G. bij gemengd monster.
	% h.	% m.	% h.	% m.	% h.	% m.	% h.	% m.	h.
Augustus.									
7 m.		0,45		0,35		0,30		0,35	
9 m.		0,45		0,35		0,35		0,40—	
10 m.		0,40		0,35		0,20		0,35	
11 h.	0,45		0,30+		0,25		0,35		26,2
12 m.		0,25		0,20		0,30+		0,30+	
13 h.	0,40—		0,35		0,25		0,30		26,2
14 m.		0,25		0,30		0,30—		0,30—	
16 m.		0,25		0,25		0,25		0,25	
17 m.		0,30		0,30		0,40		0,35	
18 h.	0,50		0,40		0,35		0,40		26,6
19 m/h.		0,40		0,30		0,30		0,30+	
20 h.	0,40		0,35		0,35		0,40—		26,5
21 h.	0,40		0,45		0,35		0,40		26,2
23 h.	0,35		0,30		0,20		0,30+		26,4
24 h.	0,40		0,35		0,35		0,35		26,1
25 h.	0,40		0,35		0,30		0,30+		26,3
26 h.	0,45		0,30		0,20		0,30		26,4
27 h.	0,40		0,35		0,25		0,30+		25,6
28 h.							0,30+		
September.									
2 h.	0,30+		0,35		0,30		0,30		26,1
3 m/h.		0,30		0,25		0,35		0,30—	
4 h.	0,45		0,40		0,40		0,40		25,3
6 h.	0,40—		0,35		0,35		0,35		25,8
7 h.	0,45		0,35		0,25		0,40—		25,1
8 m.		0,40		0,25		0,20		0,30—	
9 h.	0,35+		0,50		0,40		0,40		25,8
10 h.	0,45		0,40		0,30		0,40—		25,9
11 m.		0,40		0,35		0,25		0,30+	
Gemiddeld . . .	0,405	0,40	0,347	0,311	0,281	0,273	**0,369**	**0,337**	—
Gemiddeld van af 26 Mei . . .							**0,34**	**0,32**	

wit engd ster.	Kaas. Vetgehalte der droge stof.		Beoordeeling.	Ouderdom in dagen.
% m.	% h.	% m.		
0,89		49,9	los, veel groote openingen.	124
0,88		50,2	los, veel groote openingen.	122
0,87		48,4	mooi zuivel.	114
	46,7		heft, in het midden groote openingen, smaak goed.	113
0,91		48,3	heft, veel kleine openingen, smaak best.	112
	49,2		iets bros.	108
0,89		46,2	iets bros.	136
0,91		46,6	sterke heft, geen gaslucht.	105
0,91		45,9	sterke heft, smaak niet slecht.	104
	47,0		beste kaas.	103
0,94		46.9	beste kaas.	98
	47,1		prachtig zuivel, smaak best.	94
	45,5		zuivel best.	93
	45,7		iets bros, smaak best.	121
	46,3		los, smaak afwijkend.	90
	46,0		zuivel en smaak heel goed.	89
	—			
	47,1		prachtig zuivel.	90
			prachtige kaas.	89
	48,3		prachtig zuivel.	84
0,86		48,7	mooi zuivel, smaak best.	75
	46,5		mooi zuivel, smaak best.	74
	48,2		prachtig zuivel, smaak best.	72
	46,6		iets te veel kleine openingen, overigens best.	71
0,87		52,1	te veel kleine openingen, smaak goed.	64
	49,5		goed zuivel, smaak zeer goed.	63
	50,2		iets los, smaak tamelijk goed.	62
0,86		53,2	mooi lekker zuivel.	61
0,848	**48,0**	**48,29**		

het feit, dat wij in dien tijd over te weinig melk beschikten, waardoor de kaasbak niet voldoende gevuld was.

B. BEREIDING VAN EDAMMER 40+ KAAS.

I. *De gebruikte melk.* De veestapel der Proefzuivelboerderij leverde de gewenschte hoeveelheid melk om de proeven zóó uit te voeren, dat van dezelfde melk de eene helft met de hand, de andere met behulp der machine werd bewerkt. Toevoeging van water aan de melk, of bij het nawarmen, had niet plaats; zuursel werd steeds aan de beide bakken in dezelfde hoeveelheden (0,1 %) toegevoegd. Salpeter werd niet gebruikt. De proefnemingen hadden plaats tusschen 18 Mei en 9 October 1926. Op 9 April hieraan voorafgaande was begonnen te oefenen met de machine, om de meest geschikte werkwijze te zoeken.

II. *De kaasbakken.* Twee gelijke, dubbelwandige bakken van 300 l werden gebruikt. De middellijn, boven gemeten, was 92 cm. Meestal werd in iederen bak 260 l melk verkaasd.

III. *De stremming.* Reeds bij de eerste vóórproeven was gebleken, dat de werkwijze, zooals die voor volvette kaasbereiding in Wageningen en ook reeds op verschillende bedrijven, goed bevonden was, voor de 40 + kaas minder geschikt scheen, althans bij het bewerken van de melk der Proefzuivelboerderij. Na eenig zoeken en tasten bleek ons, dat de melk, die verder machinaal bewerkt zou worden, even hard gestremd worden moest als de voor het handwerk bestemde.

IV. *Het snijden en roeren.* Bij onze proeven werd steeds éénmaal met de hand doorgehaald, waarbij gebruik gemaakt werd van een mes met verticale bladen. De ervaring had ons n.l. geleerd, dat dit vóórsnijden met de hand noodig is, om dezelfde regelmatigheid in de grootte der wrongeldeeltjes te verkrijgen als bij het handwerk. Dan werd de machine ingeschakeld, en wel dadelijk op de 2de snelheid. Het komt er daarna op aan in den kortst mogelijken tijd de hoogste snelheid in te kunnen voeren, zonder het vetgehalte der wei te verhoogen. De aard van de melk en bepaaldelijk de meerdere of mindere neiging tot ontwateren van de wrongel moet dus beslissen over de vraag, hoe snel men op de volgende snelheid kan overgaan. Een paar, willekeurig gekozen voorbeelden mogen dit duidelijk maken.

1ste Voorbeeld (18 Juni '26).

Met handsnijmes (verticale bladen) eenmaal doorgehaald.

2de versnelling	2	min.
3de „	2	„
4de „	8	„
5de „	6	„

Wei aftappen. Wrongel losroeren met de hand.

4de versnelling	17	min.

Wei aftappen. Wrongel losroeren met de hand.

5de versnelling	15	min.

Nagewarmd tot 33½° C.

5de versnelling	30	min.

Totale duur der bewerking 1 uur en 45 min.

2de Voorbeeld (2 September '26).

Vóórsnijden met de hand (eenmaal doorhalen).

2de versnelling	2	min.
3de „	3	„
4de „	5	„
5de „	1½	„

Wei aftappen. Wrongel losroeren met de hand.

4de versnelling	13	min.

Wei aftappen en wrongel losroeren.

5de versnelling	10	min.

Nagewarmd tot 34° C.

5de versnelling	41	min.

Totale duur der bewerking 1 uur en 35½ min.

Uit deze voorbeelden blijkt wel, dat de bereiding, al naar omstandigheden, nogal gewijzigd moet worden; ze geven slechts eenig houvast. Men moet met de machine *leeren* werken en daarvoor is zeker niet minder grondige kennis van de kunst van kazen noodig dan bij de bewerking met de hand het geval is.

V. *De verzamelde gegevens.* Bepaald werden van de gemiddelde weimonsters der beide bakken: 1°, het vetgehalte (volgens GERBER en GOTTLIEB-RÖSE); 2°, de droogrest en 3°, het ruweiwitgehalte. Voorts werd nog volgens GERBER het vetgehalte der eerst afgetapte wei bepaald. In tabel II zijn de laatstbedoelde cijfers door H_1 en M_1 aangeduid, de monsters der gemengde wei door H en M.

Ten slotte werd de opbrengst aan marktrijpe kaas uit beide bakken gewogen. De ± vier weken oude kaas werd door ons beoordeeld. Het s. g. der wei en het vetgehalte der verkaasde melk zijn, hoewel ze wel bepaald werden, niet vermeld, omdat de droogrest is opgegeven, terwijl het vetgehalte der melk voor het doel, waarom het hier gaat, van ondergeschikte beteekenis is.

VI. *De uitkomsten.* In tabel II zijn deze aangegeven.

TABEL II.

Datum. 1926.		Vet in %. G.—R.	Vet in %. Gerber.	Droog-rest in %.	Eiwit in %.	Beoordeeling.
18 Mei	H	0,266	0.28	6,94	0,95	H. geen boekelscheuren. letwat kort, over 't geheel wel goed.
	M	0,247	0,26	6,94	0,96	
	H_1	—	0,24			
	M_1	—	0,30			M. vol boekelscheuren en kort.
19 Mei	H	0,236	0,25	6,92	0,97	M. kort en scheurtjes.
	M	0,246	0,25	6,92	0,96	H. niet kort, maar ook niet mooi. Toch duidelijk beter dan M.
	H_1	—	0,23			
	M_1	—	0,29 +			
20 Mei	H	0,228	0,25 —	6,87	0,96	M. kort.
	M	0,248	0,25	6,89	0,96	H. niet kort, zelfs eenigszins souple in 't midden.
	H_1	—	0,22			
	M_1	—	0,29			
21 Mei	H	0,229	0,24	6,86	0,95	M. boekelscheuren, kort, slecht.
	M	0,254	0,25	6,89	0,96	H. vrij souple.
	H_1	—	0,21			Het te hooge vochtgehalte voor M. is bij de keuring van deze 4 dagen duidelijk aan 't licht gekomen door de structuur.
	M_1	—	0,29			
15 Juni	H	0,246	0,22	7,55	1,06	H. fraai van zuivel.
	M	0,295	0,28 +	7,60	1,07	M. stugger en boekelscheuren.
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,30			

TABEL II (vervolg).

Datum. 1926.		Vet in %. G.—R.	Vet in %. Gerber.	Droog-rest in %.	Eiwit in %.	Beoordeeling.
16 Juni	H	0,21	0,23	6,75	0,96	H. zeer goed van zuivel.
	M	0,26	0,26	6,75	0,97	M. kort.
	H_1	—	0,26			
	M_1	—	0,30			
17 Juni	H	0,23	0,24	6,79	0,95	H. zeer fraai.
	M	0,28	0,30	6,88	0,97	M. kort en ietwat nat.
	H_1	—	0,26			
	M_1	—	0,32			
18 Juni	H	0,20	0,23	6,82	0,95	H. zeer fraai.
	M	0,24	0,25	6,77	0,95	M. kort en scheuren.
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,30			
19 Juni	H	0,25	0,25	6,83	0,97	H. minder dan vorige dagen.
	M	0,26	0,26	6,84	0,97	M. beter dan vorige dagen.
	H_1	—	0,27			Ze naderen elkaar al eeniger mate.
	M_1	—	0,34			
23 Juni	H	0,27	0,28	6,87	0,98	H. en M. beide heel leelijke boekelscheuren, maar M. is nu toch iets beter dan H.
	M	0,25	0,27	6,85	0,97	M. is iets soupler.
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,34			
24 Juni	H	0,23	0,25	6,86	0,97	Zuivel van beide matig, met nogal boekelscheuren.
	M	0,22	0,25	6,85	0,98	Verschil voor H. en M. was niet te constateeren.
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,34			
25 Juni	H	0,25	0,23	6,81	0,96	H. iets beter dan M. Beide boekelscheuren en gaatjes.
	M	0,27	0,25	6,87	0,96	
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,32			
26 Juni	H	0,24	0,23	6,82	0,95	M. tegen bros.
	M	0,26	0,24	6,85	0,96	H. duidelijk beter.
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,30			

TABEL II (vervolg).

Datum. 1926.		Vet in %. G.—R.	Vet in %. Gerber.	Droog-rest in %.	Eiwit in %.	Beoordeeling.
24 Aug.	H	0,27	0,28	6,87	1,09	Nagenoeg geen verschil. Beide erg boekelscheuren. M. iets meer gerijpt in 't hart. Van nu af de wrongel niet geschud.
	M	0,31	0,30	6,88	1,08	
	H_1	—	0,27			
	M_1	—	0,38			
25 Aug.	H	0,25	0,24	6,79	1,08	H. en M. tamelijk wel gelijk; kazen beter gerijpt. H. meer ronde gaatjes. M. iets meer scheurtjes.
	M	0,28	0,26	6,86	1,08	
	H_1	—	0,30			
	M_1	—	0,35			
26 Aug.	H	0,27	0,26	6,78	1,11	Geen verschil. Beide sterk boekelscheuren.
	M	0,30	0,29	6,79	1,10	
	H_1	—	0,28			
	M_1	—	0,37			
27 Aug.	H	0,30	0,28	6,88	1,11	M. iets slechter dan H. Beide weer vol boekelscheuren. De handkazen zijn bepaald slechter dan het gewone product.
	M	0,33	0,31	6,94	1,11	
	H_1	—	—			
	M_1	—	—			
28 Aug.	H	0,27	0,26	6,82	1,10	H. weer iets beter. H. en M. beide minder slecht dan de vorige 4 dagen, maar toch flink boekelscheuren.
	M	0,31	0,30 —	6,85	1,09	
	H_1	—	0,29			
	M_1	—	0,40			
1 Sept.	H	0,24	0,25	6,81	1,08	Handkaas iets rijper dan machine. Verschil is gering. Machine nog iets boekelscheuren. Hand niet. Beide iets te open.
	M	0,32	0,30	6,87	1,09	
	H_1	—	0,27			
	M_1	—	0,34			
2 Sept.	H	0,25	0,25	6,80	1,07	Geen verschil tusschen hand en machine. Beide scheuren, geen gaatjes, breede rand. Beide iets minder rijp dan 1 Sept.
	M	0,26	0,27	6,79	1,07	
	H_1	—	0,25			
	M_1	—	0,34			

TABEL II (vervolg).

Datum. 1926.	Vet in %.		Droog-rest in %.	Eiwit in %.	Beoordeeling.
	G.—R.	Gerber.			
3 Sept. H	0,24	0,24 —	6,68	1,08	Machine iets rijper dan hand. Beide boekelscheuren.
M	0,30	0,29	6,72	1,08	
H_1	—	0,26 +			
M_1	—	0,36			
4 Sept. H	0,26	0,24	6,74	1,07	Machine rijper dan hand. Beide boekelscheuren.
M	0,31	0,29 —	6,84	1,08	
H_1	—	0,29			
M_1	—	0,37			
7 Sept. H	0,27	0,26 —	6,71	1,06	Beide fraai van zuivel; geen verschil.
M	0,31	0,29 +	6,73	1,07	
H_1	—	0,29 —			
M_1	—	0,39 —			
8 Sept. H	0,27	0,25 +	6,75	1,07	Beide weer wat boekelscheuren. H. iets beter gerijpt.
M	0,31	0,30	6,82	1,08	
H_1	—	0,26			
M_1	—	0,39			
9 Sept. H	0,25	0,27	6,79	1,08	Beide sterk boekelscheuren en slecht zuivel.
M	0,30	0,29 +	6,86	1,08	
H_1	—	0,29			
M_1	—	0,38			
10 Sept. H	0,26	0,26	6,85	1,08	Als vorigen dag. H. witter dan M. Maar beide weer zeer slecht.
M	0,28	0,27	6,86	1,09	
H_1	—	0,35			
M_1	—	0,28			
11 Sept. H	0,26 +	0,26	6,84	1,05	Als 9 Sept. De kazen van de laatste dagen zijn helaas zeer slecht. Invloed van het niet schudden?
M	0,29	0,28	6,83	1,05	
H_1	—	0,29			
M_1	—	0,37			
29 Sept. H	0,275	0,25	6,20	1,00	Beide vrij goed van zuivel. Handkaas, die iets rijper schijnt, toch wat meer scheurtjes; bij beide neigen echter de scheurtjes naar gaatjes.
M	0,32	0,30	6,22	1,00	
H_1	—	0,30			
M_1	—	0,38			

TABEL II (vervolg).

Datum. 1926.		Vet in %. G.—R.	Vet in %. Gerber.	Droog-rest in %.	Eiwit in %.	Beoordeeling.
30 Sept.	H	0,30	0,28	6,35	1,00	Beide minder dan vorigen dag. Wat scheuren betreft de H. kaas als vorigen dag, de M. kaas veel erger.
	M	0,34	0,31	6,38	0,98	
	H_1	—	0,32			
	M_1	—	0,40			
1 Oct.	H	0,33	0,30	6,26	1,01	M. kaas is beter dan M.kaas van vorigen dag. Handkaas ongeveer gelijk aan die van vorigen dag.
	M	0,37	0,34	6,32	1,01	
	H_1	—	0,33			
	M_1	—	0,39			
2 Oct.	H	0,34	0,30 +	6,37	1,01	Eigenlijk precies als 29 Sept., hoewel nu droger bewerkt.
	M	0,31	0,30	6,28	0,99	
	H_1	—	0,37			
	M_1	—	0,40			
6 Oct.	H	0,29	0,27	6,17	1,00	H. en M. beide iets aan den bleeken kant. M. echter wat meer gerijpt. Maar weer duidelijk boekelscheurtjes, vooral H.
	M	0,34	0,33	6,29	1,00	
	H_1	—	0,33			
	M_1	—	0,43			
7 Oct.	H	0,29	0,29 +	6,24	1,04	H. en M. beide wel gezwollen, maar toch hard. Vooral M. erge boekelscheuren en ook wat bleeker.
	M	0,33	0,32	6,27	1,02	
	H_1	—	0,31			
	M_1	—	0,40			
8 Oct.	H	0,29	0,27	6,21	1,00	H. en M. gelijk, goed van zuivel, maar wat dicht en ook een paar boekelscheuren.
	M	0,31	0,30	6,25	1,01	
	H_1	—	0,40			
	M_1	—	0,31			
9 Oct.	H	0,26	0,29	6,18	1,00	H. en M. beide gelijk en wel goed van zuivel, maar duidelijke boekelscheurtjes.
	M	0,32	0,34	6,24	1,01	
	H_1	—	0,30			
	M_1	—	0,39			
Gemiddeld	H	0,261	0,258	6,708	1,022	
	M	0,291	0,284	6,736	1,023	
Verschil H en M	△	0,030	0,026	0,028	0,001	

De gevonden cijfers geven tot de volgende opmerkingen aanleiding.

Uit de eerste kolom blijkt, dat 35 parallelproeven zijn uitgevoerd. In kolom 2 en 3 zijn de vetgehalten der monsters wei opgenomen; de *H*- en *M*-monsters (gemiddelde) werden volgens twee methoden onderzocht, H_1 en M_1 alleen volgens GERBER. De overeenkomst van de cijfers volgens GOTTLIEB-RÖSE en GERBER is zeer goed. Voor *H* werd een gemiddeld vetgehalte gevonden van 0,261 %, voor *M* 0,291 %; volgens GERBER waren de cijfers: *H* 0,258 %, *M* 0,284 %. Volgens GOTTLIEB-RÖSE bevatte de wei bij de handbewerking dus 0,03 % vet minder dan bij de machinale werkwijze, volgens GERBER was het verschil 0,026 %, dus practisch hetzelfde. Dat de machine inderdaad bij de door ons gevolgde manier van werken een geringe neiging had tot een kleine verhooging van het vet in de wei, blijkt uit het feit, dat van de 35 proefdagen in slechts 4 gevallen de machine-wei een lager, in 31 gevallen een hooger vetcijfer leverde dan de hand-wei. Het verschil is intusschen zóó onbeduidend, dat het niet als een bezwaar tegen het machinaal bewerken kan worden beschouwd, zoodat in dit opzicht hetzelfde resultaat werd verkregen als bij de volvette kaas. De waarden voor H_1 en M_1 in kolom 3 doen ook bij deze proeven duidelijk uitkomen, dat de 1ste wei, vooral bij de machinale bewerking, een hoog vetgehalte heeft, vrij wat hooger dan het gemiddelde monster. Het gedurende de verdere bewerking uittredende vocht wordt blijkbaar door de wrongel goed gefiltreerd. Ook deze uitkomsten zijn dus in overeenstemming met die van tabel I. De vierde kolom toont een gemiddelde droogrest van 6,708 % voor *H* en 6,736 % voor *M*, dus voor de laatste wei 0,028 % hooger. Dit meerdere aan droge stof wordt gedekt door het meerdere vet in de machine-wei, want blijkens kolom 5 is het eiwitgehalte voor *H* en *M* gelijk. Intusschen willen we er op wijzen, dat dit zeer mooi kloppen der cijfers wel grootendeels toeval kan zijn, want al de gemiddelden zijn natuurlijk nog met fouten behept, waarvan de grootte niet is te schatten. Zonder dus aan de overeenstemming te groote waarde te hechten, mogen we die toch als goed beschouwen.

De totaalopbrengst aan marktrijpe kaas was voor *M* 3,5 kg of rond 0,5 % meer dan die voor *H*, waarin wellicht de neiging der machine tot uiting komt, om de wrongel iets minder goed te ontwateren.

Jammer genoeg leert de laatste kolom, dat we gedurende de proefperiode erg last hebben gehad van boekelscheuren en bros en kort zuivel, zoowel voor *H* als voor *M*. Behalve de omstandig-

heid, dat in het algemeen in den weidetijd van 1926 in de praktijk vele minder goede producten werden verkregen, hebben zich op de Proefzuivelboerderij de gevolgen van drie feiten doen gelden: 1°, dat de proeven wegens den hooitijd niet alle achtereen genomen konden worden; 2°, dat men de bereiding van 40+ kaas eenigermate ontwend was (er wordt meestal 20+ bereid), waardoor het nadeel van het sub 1°, genoemde nog werd vergroot, en 3°, dat bijna steeds ook de wrongel nog geschud wordt op de Proefzuivelboerderij, terwijl dit bij een deel der proeven werd nagelaten omdat deze werkwijze in Noord-Holland meer en meer gaat verdwijnen.

Hoewel deze omstandigheden dus ongetwijfeld schade hebben gedaan aan de proeven, meenen we toch wel te mogen aannemen, op grond van de beoordeeling, dat de kwaliteit der machinekaas niet achterstaat bij die van de met de hand gemaakte; een bevestiging dus van hetgeen voor de volvette kaas werd gevonden. Bij het overzien van de beoordeelingen krijgt men wel is waar den indruk, dat de *M*-kazen van wat mindere kwaliteit gebleken zijn, maar wij zouden op dit kleine verschil de machine volstrekt niet willen veroordeelen. Het bezwaar der ietwat trage ontwatering van de wrongel bij het machinaal roeren is zonder twijfel te overwinnen, hetzij door nog iets hooger na te warmen, of, misschien beter nog, door de vijfde snelheid iets te vergrooten.

ALGEMEENE OPMERKINGEN.

De te Wageningen verkregen uitkomsten hebben de vroeger daar opgedane ervaringen nagenoeg geheel bevestigd. Opgemerkt moet worden, dat noch de proeven, aan het Laboratorium te Wageningen verricht, noch die van het proefstation te Hoorn, een overzicht over een geheel jaar geven. We meenen echter uit de verzamelde gegevens wel een conclusie te mogen trekken.

Het stroomverbruik is gering; de te Hoorn gebruikte motor nam ruim 300 Watt, nagenoeg onafhankelijk van de snelheid der messen.

Zoowel de te Wageningen in gebruik zijnde motor als die, waarmede te Hoorn werd gewerkt, was onvoldoende geïsoleerd. Bij het aanraken van de wei in den kaasbak werd een onaangenaam prikkelend gevoel waargenomen. De contactklemmen van beide motoren waren onbeschermd, wat absoluut ontoelaatbaar moet worden geacht.

De machine maakt veel lawaai, wat door betere afwerking der kamraderen, en misschien beter nog door aanwending van ander materiaal er voor, kan worden verminderd.

Het aangebrachte weipompje late men liever weg. Indien het niet dagelijks gebruikt wordt, kan het een bron van infectie voor de melk zijn.

De buitenste tandkrans is niet beschermd; dit kan gevaar opleveren.

Voor de bevestiging van de messen was het gewenscht de stift vierkant te maken; de nok, die thans den vasten stand moet verzekeren, is te klein; er ontstaat na korten tijd eenige speling.

Voor het binnenste mes zou het goed zijn de bladen iets verder uit elkaar te plaatsen, althans voor den kleinen kaasbak, waarbij de machine gebruikt werd.

Het zou gewenscht zijn de schroeven, dienende voor de bevestiging van de klauwen, waarop de machine rust en tevens die voor de bevestiging van de messen, alle van dezelfde maat te nemen en te voorzien van gewone moeren, waarvoor een goed passende sleutel worde bijgegeven.

Een moeilijkheid bij het gebruik der machine levert het feit, dat er 2 personen noodig zijn om ze op den bak te zetten en er weer af te nemen.

De algemeene indruk, die wij bij het gebruik van de machine hebben opgedaan, was gunstig.

CONCLUSIE.

Op grond van de opgedane ervaring en van bovenstaande uitkomsten meenen wij de electrische roermachine te mogen beschouwen als een aanwinst voor het bedrijf van den zelfkazer, in dien zin, dat ze een groot deel van den lichamelijken arbeid, die meestal door vrouwen wordt verricht, kan overnemen. Verlies aan vet of andere droge stof behoeft niet plaats te vinden en men kan kaas van even goede kwaliteit bereiden als met de hand.

Wageningen, Laboratorium voor Zuivelbereiding en Melkkunde der Landbouwhoogeschool.

Hoorn, Rijkslandbouwproefstation, Afdeeling voor Zuivel-Chemie.

April 1927.

Onderzoekingen in verband met de bereiding van volvette kaas op de boerderij, door Prof. Ir. B. van der Burg, Ir. C. A. Koppejan en K. G. Staal.

In den zomer van 1926 stelden wij op de boerderij van de Landbouwhoogeschool een onderzoek in naar de bruikbaarheid van eene electrische roermachine voor de bereiding van volvette kaas op de boerderij. Bij dit onderzoek, waarvan in verhandeling A verslag wordt gedaan, werden verschillende gegevens verzameld, welke niet noodig waren voor de beoordeeling van de werking der machine. Deze gegevens zullen met andere, welke in het bedoelde rapport ook reeds gepubliceerd zijn, hieronder tot een geheel worden verwerkt. Een splitsing van het cijfermateriaal voor de met de hand of met behulp van de machine gemaakte kaas kan hier achterwege blijven, daar, zooals uit het verslag over vorenbedoelde proefnemingen blijkt, er geen verschil bestond tusschen de samenstelling of ook de hoedanigheid van de kaas, welke geheel uit de hand bereid en van die, waarvan de wrongel machinaal bewerkt was.

Wij herhalen hier, dat voor de bereiding van de proefkazen melk werd gebruikt afkomstig van den veestapel (18 melkkoeien) van de afdeeling Veeteelt der Landbouwhoogeschool. Voor elke proefneming werd de versche morgenmelk vermengd met de koel bewaarde melk van den vorigen avond. Voor een afzonderlijke verwerking van morgen- en avondmelk was de beschikbare hoeveelheid — 50 tot 120 liter per melkmaal — te gering. Buitendien zouden wij ook niet de noodige personeele hulp hebben gehad om tweemaal op een dag kaas te maken.

Afzonderlijke verwarming van de avondmelk boven de stremmingstemperatuur ter vergemakkelijking van de gelijkmatige verdeeling van den room door de melk hebben wij in den tijd, dat de proeven genomen werden (tusschen 20 April en 11 September) niet noodig geacht. Wij hadden reeds vorige jaren de ervaring opgedaan, dat in dezen tijd van het jaar bij het achterwege laten van bedoelden voorzorgsmaatregel toch geen verhoogde verliezen aan vet in de wei behoeven op te treden. Een oordeelkundige bewerking van de wrongel kan dit geheel voorkomen.

DE VERZAMELDE GEGEVENS.

Van de te verkazen melk bepaalden wij op elken proefdag het vetgehalte (volgens GERBER) en het soortelijk gewicht. Deze laatst genoemde bepaling geschiedde door twee personen, waar-

TABEL I.

Datum. 1926.	Melk.			Wei.		% vet in de droge stof.		Ou don kaa on in d
	Vetgehalte. %	Droge stof. %	Vetgeh. in de droge stof. %	Vetgehalte. %	Eiwitgehalte. %	Rand.	Kaas.	
April 20. .	3,35	11,61	28,8	0,40	0,81	51,2	50,1	2
„ 21. .	3,25	11,78	27,6	0,45	0,79	50,1	49,3	2
„ 23. .	3,05	11,51	26,5	0,45	0,76	47,7	49,5	2
„ 26. .	3,05	11,51	26,5	0,35	0,79	47,8	47,5	2
„ 27. .	3,00	11,38	26,4	0,40	0,79	51,4	48,5	2
„ 28. .	3,05	11,34	26,9	0,55	0,75	50,5	48,1	1
„ 29. .	2,80	10,97	25,5	0,35	0,79	50,4	48,9	2
„ 30. .	2,90	11,21	25,9	0,30	0,78	50,3	48,6	2
Mei 4. .	3,10	11,37	27,3	0,30	0,88	51,2	49,9	2
„ 5. .	3,30	11,53	28,6	0,50 —	0,81	50,3	51,8	2
„ 6. .	3,45	11,78	29,3	0,35	0,82	50,1	50,4	1
„ 7. .	3,55	11,85	29,9	0,60	0,82	51,0	47,7	
„ 8. .	3,10	11,45	27,1	0,45	0,83	49,8	46,3	
„ 11. .	3,40	11,85	28,7	0,40	0,82	49,1	49,3	
„ 12. .	3,25	11,57	28,1	0,50	0,81	50,3	47,7	
„ 15. .	3,25	11,64	27,9	0,35	0,83	48,5	49,2	
„ 18. .	3,10	11,45	27,1	0,35	0,85	49,4	49,2	
„ 19. .	3,15	11,51	27,4	0,55	0,86	48,7	48,2	
„ 20. .	2,90	11,33	25,6	0,40 —	0,83	47,2	46,5	
„ 21. .	3,15	11,41	27,6	0,45	0,81	47,6	48,8	
„ 22. .	3,00	11,30	26,5	0,40	0,81	45,0	49,1	
„ 25. .	3,10	11,50	26,9	0,40	0,82	48,2	47,2	
„ 26. .	3,10	11,40	26,6	0,30 +	0,82	50,2	48,5	
„ 27. .	2,95	11,39	25,9	0,30 +	0,84	47,4	45,8	
„ 28. .	3,05	11,49	26,5	0,20 +	0,85	48,6	47,2	
„ 29. .	2,75	11,16	24,6	0,30 —	0,87	47,1	45,4	

utgehalte. %		pH.	Beoordeeling van de kaas.	Opmerkingen.
as-t.	i/d droge stof.			
0	3,9	5,08	bros; iets zuur.	
9	3,2	5,13	bros; boekelscheuren; iets zuur.	
5	3,5	5,11	knijper; bitter.	
2	3,6	5,13	mooi zuivel; iets bitter.	
0	3,7	5,10	knijperig; bitter.	
6	4,5	5,23	kort; zeer bitter.	
6	3,7	5,16	kort; zeer bitter.	
2	3,6	5,15	zuivel best.	helft van de koeien den vorigen dag naar buiten!
8	3,9	5,12	mooi zuivel; lekkere smaak.	
8	3,8	5,56	zuivel met scheuren en maakgaten, overigen gesloten; iets bitter.	3 Mei alle koeien in de weide!
7	4,0	5,22	mooi gesloten; prachtig zuivel.	
7	4,6	5,19	prachtig gesloten zuivel; uitstekend.	
5	3,8	5,16	mooi zuivel; smaak best.	
8	4,1	5,14	prachtig gesloten zuivel; smaak best.	
5	3,9	4,99	mooi gesloten zuivel; smaak best.	
8	3,7	5,28	prachtig zuivel.	
7	4,2	5,10	prachtig zuivel; smaak lekker.	
4	4,0	5,18	prachtig zuivel; smaak lekker.	
1	4,1	5,35	weigat; overigens best.	
0	4,1	5,28	weigat; overigens gesloten, beste kaas.	
9	4,2	5,28	weigat; overigens gesloten, beste kaas.	
4	4,9	5,26	iets los; smaak en consistentie zeer goed.	
8	4,1	5,19	mooi gesloten; smaak best.	Na dezen dag het snijden van de wrongel gewijzigd.
8	3,9	5,31	kaas met mooie openingen.	
4	4,0	5,38	kaas met mooie openingen; uitstekend.	
8	3,7	5,43	kaas met mooie openingen; smaak uitstekend.	

TABEL I (vervolg).

Datum. 1926.	Melk.			Wei.		% vet in de droge stof.		Oud dom kaas ond in da
	Vetgehalte. %	Droge stof. %	Vetgeh. in de droge stof. %	Vetgehalte. %	Eiwitgehalte. %	Rand.	Kaas.	
Juni 1 . .	3,10	11,40	27,2	0,30 +	0,87	48,4	49,3	6
„ 2 . .	3,00	11,30	26,5	0,30	0,87	47,5	48,3	19
„ 3 . .	2,85	11,18	25,5	0,40 —	0,86	45,8	44,5	5
„ 4 . .	3,05	11,39	26,8	0,30 —	0,87	52,1	47,5	19
„ 5 . .	3,05	11,34	26,9	0,40 —	0,84	50,5	46,2	19
„ 8 . .	3,05	11,26	27,1	0,30 +	0,84	47,8	48,0	19
„ 12 . .	2,95	11,29	26,1	0,25	0,83	49,8	48,3	19
„ 16 . .	3,05	11,36	26,8	0,30 +	0,84	48,3	47,6	18
„ 17 . .	3,00	11,30	26,5	0,40 +	0,84	47,9	46,7	18
„ 18 . .	3,05	11,36	26,8	0,30 +	0,84	48,0	47,0	18
„ 19 . .	2,90	11,13	26,0	0,30 —	0,84	49,6	46,9	18
„ 22 . .	2,95	11,19	26,4	0,40	0,84	49,6	47,2	17
„ 23 . .	3,00	11,30	26,5	0,35	0,82	47,1	47,2	17
„ 24 . .	2,90	11,13	26,0	0,30 +	0,83	47,9	47,0	17
„ 25 . .	2,95	11,24	26,2	0,30 +	0,84	47,0	49,1	17
„ 26 . .	3,10	11,42	27,1	0,35	0,84	47,7	48,3	17
„ 30 . .	3,00	11,25	26,7	0,30 —	0,82	47,5	47,6	13
Juli 26 . .	3,10	11,10	27,9	0,30	0,88	50,4	49,7	14
„ 27 . .	3,15	11,25	28,0	0,30	0,86	51,4	49,8	13
„ 28 . .	3,10	11,22	27,6	0,40 —	0,87	51,1	48,8	12
„ 29 . .	3,15	11,18	28,2	0,30 +	0,84	51,0	49,4	12
„ 30 . .	3,15	11,18	28,2	0,40	0,83	51,5	48,6	12
„ 31 . .	3,10	11,15	27,8	0,30	0,84	50,6	48,7	12
Aug. 2 . .	3,10	11,12	27,9	0,30 —	0,84	51,4	48,4	12
„ 3 . .	3,15	11,12	28,3	0,30 +	0,88	52,1	49,0	12
„ 4 . .	3,10	11,15	27,8	0,35	0,87	52,2	48,5	12
„ 5 . .	3,15	11,28	27,9	0,30 +	0,88	52,5	50,0	12
„ 6 . .	3,20—	11,28	28,4	0,30 +	0,84	52,5	50,1	12
„ 7 . .	3,15	11,23	28,0	0,35	0,89	50,9	49,9	12
„ 9 . .	3,20	11,28	28,4	0,40 —	0,88	50,5	50,2	12

outgehalte %		pH.	Beoordeeling van de kaas.	Opmerkingen.
aas-ht.	i/d droge stof.			
5,8	4,4	5,19	knijperig; kort; zuur.	
7,8	4,4	5,42	iets bros; smaak goed.	
5,2	4,5	5,21	prachtig zuivel.	
7,6	4,0	5,23	best zuivel.	
7,0	3,9	5,36	mooie kaas; iets te veel openingen.	
7,4	4,0	5,41	zuivel en smaak best.	
7,2	4,1	5,18	mooi gesloten zuivel; smaak best.	
5,2	3,2	5,36	iets te veel openingen; overigens best.	
5,2	3,2	5,28	iets heft gehad; verder best.	
5,9	3,2	5,31	iets te veel openingen (heft).	
7,1	3,9	5,28	mooie kaas.	
5,6	3,3	5,31	mooie kaas.	
5,6	3,5	5,40	iets bros; smaak best.	
7,0	3,7	5,28	mooie kaas.	
7,2	4,1	5,30	mooi gesloten kaas.	
5,6	3,8	5,21	smaak goed.	
7,0	3,9	5,26	iets bros.	
3,6	5,4	5,25	iets heft; zuivel overigens goed.	
3,1	4,5	5,19	prima kaas.	
7,8	4,4	5,13	prima; in alle opzichten.	
5,9	3,2	5,27	iets te veel openingen; overigens best.	
3,0	4,5	5,14	nat; bros; iets zuur.	
7,9	4,6	5,20	iets zuur; iets bros.	
3,9	4,5	5,33	heft; niet erg lekker; zurig.	
3,3	4,5	5,24	heft; smaak zuur.	
5,6	4,4	5,21	iets zuur en bros.	
9,0	4,7	5,31	zeer los; veel kleine openingen.	
1,1	4,5	5,28	los; zuivel overigens goed.	
1,8	4,3	5,49	los; veel groote openingen.	
1,2	4,3	5,64	los; veel groote openingen.	

TABEL I (vervolg).

Datum. 1926.	Melk.			Wei.		% vet in de droge stof.		Ou don kaa onc in d
	Vetgehalte. %	Droge stof. %	Vetgeh. in de droge stof. %	Vetgehalte. %	Eiwitgehalte. %	Rand.	Kaas.	
Aug. 10. .	3,15	11,23	28,0	0,35	0,87	51,5	48,4	1
„ 11. .	2,95	11,14	26,5	0,35	0,91	48,1	46,7	1
„ 12. .	2,95	11,15	26,9	0,30 +	0,91	54,0	48,3	1
„ 13. .	2,90	11,11	26,1	0,30	0,89	49,6	49,2	1
„ 14. .	2,90	11,06	26,2	0,30 —	0,89	49,6	46,2	1
„ 16. .	2,70	10,85	24,9	0,25	0,91	45,9	46,6	1
„ 17. .	2,90	11,03	26,3	0,35	0,91	46,7	45,9	1
„ 18. .	3,10	11,20	27,7	0,40	0,89	48,8	47,0	1
„ 19. .	3,00	11,18	26,8	0,30 +	0,84	51,1	46,9	
„ 20. .	2,95	11,12	26,5	0,40 —	0,94	45,0	47,1	
„ 21. .	2,95	11,12	26,5	0,40	0,89	47,6	45,5	
„ 23. .	2,90	11,03	26,3	0,30 +	0,91	47,8	45,7	1
„ 24. .	3,00 —	11,13	26,9	0,35	0,89	44,8	46,3	
„ 25. .	2,90	11,06	26,2	0,30 +	0,91	46,7	46,0	
„ 27. .	2,90	11,08	26,2	0,30 +	0,93	46,7	47,1	
Sept. 2. .	2,85	10,93	26,1	0,30	0,88	50,3	48,3	
„ 3. .	2,90	11,01	26,3	0,30 —	0,86	47,2	48,7	
„ 4. .	2,90	10,96	26,4	0,40	0,84	50,9	46,5	
„ 6. .	2,95	10,99	26,8	0,35	0,87	52,3	48,2	
„ 7. .	2,90	10,96	26,4	0,40 —	0,85	48,9	46,6	
„ 8. .	2,95	10,94	27,0	0,30 —	0,87	52,3	52,1	
„ 9. .	2,95	11,02	26,8	0,40	0,87	50,5	49,5	
„ 10. .	2,95	11,02	26,8	0,40 —	0,87	50,2	50,2	
„ 11. .	2,95	10,99	26,8	0,30 +	0,86	51,8	53,2	
Gemiddeld .	3,03	11,26	26,9	0,353	0,851	49,35	48,16	

outgehalte %		pH.	Beoordeeling van de kaas.	Opmerkingen.
aas-cht.	i/d droge stof.			
7,9	4,3	5,23	mooi zuivel.	
5,6	3,1	5,37	heft; in het midden groote openingen; smaak goed.	
7,7	4,1	5,41	heft; veel kleine openingen; smaak best.	
7,7	4,4	5,33	iets bros.	
7,8	4,1	5,25	iets bros.	
6,0	3,5	5,63	sterke heft; geen gaslucht.	
5,3	3,0	5,47	sterke heft; smaak niet slecht.	
6,1	3,6	5,38	beste kaas.	
6,3	3,5	5,29	beste kaas.	
6,2	3,6	5,35	prachtig zuivel; smaak best.	
6,8	3,3	5,34	zuivel best.	
6,2	3,6	5,23	iets bros; smaak best.	
6,4	3,8	5,34	los; smaak afwijkend.	
6,2	3,6	5,28	zuivel en smaak heel goed.	
5,7	3,1	5,42	prachtig zuivel.	
6,2	4,0	5,28	prachtig zuivel.	
6,3	3,5	5,39	mooi zuivel; smaak best.	
5,7	3,6	5,37	mooi zuivel; smaak best.	
6,3	4,1	5,35	prachtig zuivel; smaak best.	
5,9	3,5	5,48	iets te veel openingen; overigens best.	
6,3	3,5	5,19	te veel kleine openingen; smaak goed.	
6,1	3,9	5,10	goed zuivel; smaak zeer goed.	
6,9	4,6	5,22	iets los; smaak tamelijk goed.	
6,2	4,1	5,27	mooi, lekker zuivel.	
	3,94			

van de een gebruik maakte van den melkweger en de ander van de Mohr'sche balans. Het soortelijk gewicht werd bepaald bij 20° C. en dan omgerekend op 15° C. Uit het berekende soortelijk gewicht bij 15° en het vetgehalte (volgens GERBER) leidden wij volgens de formule van den Codex af het gehalte der mengmelk aan droge stof, waaruit wij dan weer het gehalte aan vetvrije droge stof en het vetgehalte van de droge stof berekenden.

De wei werd voor elke proef telkens in één vat verzameld; hieruit namen wij een gemengd monster voor onderzoek op vetgehalte, soortelijk gewicht en op eiwitgehalte. Wij merken hierbij op, dat noch aan de melk, noch aan de wrongel water werd toegevoegd; een uitzondering is slechts gemaakt voor de proeven, welke in de laatste twee weken werden genomen. In dien tijd voegden wij bij het nawarmen van de wrongel van 100 liter verkaasde melk 3 liter water toe. Voor de hierdoor ontstane verdunning van de wei op de proefdagen 27 Augustus, 2 t m 7 September en 11 September hebben wij geen correctie aangebracht .

Elken proefdag bepaalden wij het vetgehalte in de droge stof van de afgesneden kaasranden, ten einde na te kunnen gaan in hoeverre deze waarden een bruikbaar beeld geven van het vetgehalte in de droge stof van de overeenkomstige kazen.

Eerst geruimen tijd na het afloopen van de proefnemingen op de boerderij kon worden overgegaan tot de definitieve beoordeeling en het analyseeren van de gemaakte kazen. Behalve het vet- en het vochtgehalte bepaalden wij ook het zoutgehalte en den reëelen zuurheidsgraad. Deze laatste grootheid hebben wij hieronder aangegeven als *pH* (dit is de logarithme van de omgekeerde waarde van de concentratie der waterstof-ionen in het kaasvocht). Het zoutgehalte werd bepaald volgens een vroeger door een van ons aangegeven methode.[1])

Voor de bepaling van het vocht- en vetgehalte volgden wij de officieele methodes voor de kaascontrôlestations. Voor het kaasmonster sneden wij een sector uit de kaas.

De ouderdom van de kazen op het tijdstip van onderzoek liep uiteen van 2 tot 7 maanden. Om de zoutgehalten van de kazen toch nog met elkander te kunnen vergelijken, hebben wij deze omgerekend op de droge stof, waardoor wij een grootheid verkrijgen, welke onafhankelijk is van het vochtgehalte en dus van den ouderdom der kaas. Buitendien berekenden wij ook het zoutgehalte in het vocht van de kaas, daar deze waarde misschien

---

[1]) B. VAN DER BURG, *Handelingen van het Genootschap ter bevordering van Melkkunde*, 1923, I, blz. 21—24. *Le Lait*, 3, p. 690—693 (1923).

nog van belang kon zijn bij de beoordeeling van de geaardheid van het verkregen zuivel.

Alle analyses geschiedden in duplo. De getallen, welke hieronder medegedeeld worden, zijn steeds gemiddelden van twee onderling goed overeenstemmende bepalingen.

Bij het uitwerken van de verzamelde gegevens bleken deze voor de op 80 dagen in de proefperiode gemaakte kazen geheel compleet te zijn; deze gegevens hebben wij in tabel I bij elkaar gebracht.

DE SAMENSTELLING VAN DE MELK.

Het vetgehalte van de verwerkte melk schommelde tusschen 2,70 en 3,55 % met een gemiddelde van 3,03 %; het gehalte aan droge stof was gemiddeld 11,26 % en het vetgehalte van de droge stof bedroeg 26,9 % met 24,6 en 29,9 % als grenzen. Op sommige dagen (zie de tabel) was zoowel het vetgehalte der melk als dat van de droge stof der melk bijzonder laag.

DE SAMENSTELLING VAN DE WEI.

Het gemiddeld vetgehalte van de 80 monsters wei, waarvan de bijbehoorende kazen onderzocht zijn, was 0,353 %. De hoogste waarde, n.l. 0,60 %, werd gevonden op 7 Mei. In deze en in de voorafgaande maand vonden wij nog enkele hooge vetgehalten. Op 27 Mei hebben wij het snijden van de wrongel gewijzigd. Van dien datum af is 0,40 % de hoogste waarde, die voorkomt.

De gegevens over de samenstelling van melk, wei en kaas voor de proefdagen, waarop het vetgehalte der wei 0,45 % of hooger was, hebben wij in onderstaand staatje samengevoegd.

Tabel II.

Datum.	Vetgehalte van de melk.	Vetgehalte in de droge stof van de melk.	Vetgehalte van de wei.	Eiwitgehalte van de wei.	Vetgehalte in de droge stof van de kaas.
21 April	3,25 %	27,6 %	0,45 %	0,79 %	49,3 %
23 ,,	3,05 ,,	26,5 ,,	0,45 ,,	0,76 ,,	49,5 ,,
28 ,,	3,05 ,,	26,9 ,,	0,55 ,,	0,75 ,,	48,1 ,,
5 Mei	3,30 ,,	28,6 ,,	0,50 ,,	0,81 ,,	51,8 ,,
7 ,,	3,55 ,,	29,9 ,,	0,60 ,,	0,82 ,,	47,7 ,,
8 ,,	3,10 ,,	27,1 ,,	0,45 ,,	0,83 ,,	46,3 ,,
12 ,,	3,25 ,,	28,1 ,,	0,50 ,,	0,81 ,,	47,7 ,,
19 ,,	3,15 ,,	27,4 ,,	0,55 ,,	0,86 ,,	48,2 ,,
21 ,,	3,15 ,,	27,6 ,,	0,45 ,,	0,81 ,,	48,8 ,,

Uit dit overzicht blijkt, dat in de gevallen, waarin de wei een tamelijk hoog vetgehalte had, het vetgehalte in de droge stof van de kaas nog altijd boven de 46 % is gebleven. Waar lagere ge-

halten in de kaas gevonden zijn, was de samenstelling van de wei zeer normaal, zoodat deze lage vetgehalten in de droge stof van de kaas niet het gevolg geweest kunnen zijn van bij de bereiding gemaakte fouten.

Het gemiddeld eiwitgehalte (stikstofgehalte maal 6,25) van de 80 weimonsters bedroeg 0,851 %. De hoogste waarde, welke gevonden werd, was 0,94, de laagste 0,75 %. Het eiwitgehalte was vóór Augustus geregeld beneden 0,88 %; in genoemde maand steeg het tot 0,94 %, terwijl het in September weder daalde. Een verklaring van dit verschijnsel is ons niet bekend. Het bleek ons, dat, als bij de bereiding van de volvette kaas de wei te wit werd, dit vrijwel geheel was toe te schrijven aan een iets verhoogd vetgehalte; het eiwit- (in dezen het kaasstof-)gehalte van de wei, was in de witte wei niet merkbaar hooger dan gewoonlijk.

HET VETGEHALTE IN DE DROGE STOF VAN DE KAASRANDEN, VAN DE KAAS EN VAN DE MELK.

Het gemiddeld vetgehalte in de droge stof van de kaasranden bedroeg 49,35 %, terwijl in de droge stof van de kaas zelf 48,16 %, dus ongeveer 1,2 %, minder werd gevonden. Zooals uit de in tabel I vermelde gegevens en uit de daarbij behoorende figuur I blijkt, is het vetgehalte in de droge stof van de randen (zooals ook te verwachten was), in het meerendeel der gevallen hooger dan in de droge stof van de kaas.

Ten einde een beter inzicht te verkrijgen in de waarde van het onderzoek van de kaasranden voor de contrôle op de samenstelling van de kaas, hebben wij een tabelletje samengesteld, waarin de gevonden verschillen tusschen de beide bedoelde waarden zijn aangegeven.

Tabel III.

Vetgehalte in de droge stof van de randen hooger dan in die van de kaas.		Vetgehalte in de droge stof van de randen lager dan in die van de kaas.	
Verschil:	Aantal malen:	Verschil:	Aantal malen:
4,5—5,7 %	2	0, —0,5 %	6
4,0—4,5 „	4	0,5—1,0 „	5
3,5—4,0 „	1	1,0—1,5 „	5
3,0—3,5 „	5	1,5—2,0 „	1
2,5—3,0 „	5	2,0—2,5 „	2
2,0—2,5 „	8	2,5—3,0 „	0
1,5—2,0 „	9	3,0—3,5 „	0
1,0—1,5 „	8	3,5—4,0 „	0
0,5—1,0 „	11	4,0—4,1 „	1
0, —0,5 „	6		
nihil	1		

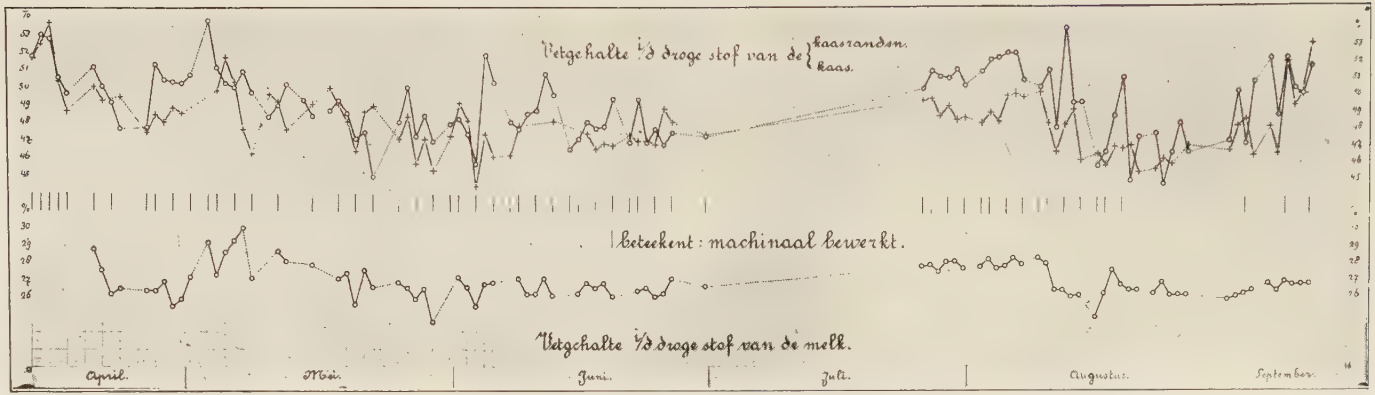


Fig. 1.

In de beide bovenste grafieken van deze figuur is het vetgehalte in de droge stof van de kaasranden aangegeven door het teeken ○ en het vetgehalte in de droge stof van de kaas door + teekens.

Volgens bovenstaande gegevens kan het onderzoek van de randen dus slechts een zeer beperkte waarde hebben voor de contrôle op het vetgehalte in de droge stof van de volvette kaas.

Het is bekend, dat over het algemeen met een stijging in het vetgehalte van de volle melk een verhooging van het vetgehalte in de droge stof van de kaas gepaard gaat. Ook bij onze proeven komt dit weer duidelijk uit. Dat echter bij eenzelfde vetgehalte van de melk nog zeer verschillende waarden voor de samenstelling van de kaas kunnen worden gevonden, ligt wel voor de hand. Om dit duidelijk te doen uitkomen, hebben wij tabel IV samengesteld, waarin de melkmonsters met eenzelfde vetgehalte telkens bij elkaar zijn gebracht.

TABEL IV.

Datum. 1926.	% vet in de			Datum. 1926.	% vet in de		
	melk.	droge stof v/d melk.	droge stof v/d kaas.		melk.	droge stof v/d melk.	droge stof v/d kaas.
16 Aug. . .	2,70	24,9	46,6	6 Sept. .	2,95	26,8	48,2
29 Mei . .	2,75	24,6	45,4	8 „ .	„	27,0	52,1
29 April .	2,80	25,5	48,9	9 „ .	„	26,8	49,5
3 Juni . .	2,85	25,5	44,5	10 „ .	„	26,8	50,2
2 Sept. .	„	26,1	48,3	11 „ .	„	26,8	53,2
30 April .	2,90	25,9	48,6	27 April .	3,00	26,4	48,5
20 Mei . .	„	25,6	46,5	22 Mei . .	„	26,5	49,1
19 Juni . .	„	26,0	46,9	2 Juni. .	„	26,5	48,3
24 „ . .	„	26,0	47,0	17 „ . .	„	26,5	46,7
13 Aug. . .	„	26,1	49,2	23 „ . .	„	26,5	47,2
14 „ . .	„	26,2	46,2	30 „ . .	„	26,7	47,6
17 „ . .	„	26,3	45,9	19 Aug. .	„	26,8	46,9
23 „ . .	„	26,3	45,7	24 „ . .	„	26,9	46,3
25 „ . .	„	26,2	46,0	23 April .	3,05	26,5	49,5
27 „ . .	„	26,2	47,1	26 „ .	„	26,4	47,5
3 Sept. .	„	26,3	48,7	28 „ .	„	26,9	48,1
4 „ .	„	26,4	46,5	28 Mei . .	„	26,5	47,2
7 „ .	„	26,4	46,6	4 Juni. .	„	26,8	47,5
27 Mei . .	2,95	25,9	45,8	5 „ . .	„	26,9	46,2
12 Juni . .	„	26,1	48,3	8 „ . .	„	27,1	48,0
22 „ . .	„	26,4	47,2	16 „ . .	„	26,8	47,6
25 „ . .	„	26,2	49,1	18 „ . .	„	26,8	47,0
11 Aug. . .	„	26,5	46,7	4 Mei . .	3,10	27,3	49,9
12 „ . .	„	26,5	48,3	8 „ . .	„	27,1	46,3
20 „ . .	„	26,5	47,1	18 „ . .	„	27,1	49,2
21 „ . .	„	26,5	45,5	25 „ . .	„	26,9	47,2

TABEL IV (vervolg).

Datum. 1926.	% vet in de			Datum. 1926.	% vet in de		
	melk.	droge stof v/d melk.	droge stof v/d kaas.		melk.	droge stof v/d melk.	droge stof v/d kaas.
26 Mei . .	3,10	26,6	48,5	3 Aug. .	3,15	28,3	49,0
1 Juni . .	„	27,2	49,3	5 „ . .	„	27,9	50,0
26 „ . .	„	27,1	48,3	7 „ . .	„	28,1	49,9
26 Juli . .	„	27,9	49,7	10 „ . .	„	28,1	48,4
28 „ . .	„	27,6	48,8	6 „ . .	3,20	28,4	50,1
31 „ . .	„	27,8	48,7	9 „ . .	„	28,4	50,2
2 Aug. . .	„	27,9	48,4	21 April .	3,25	27,6	49,3
4 „ . .	„	27,8	48,5	12 Mei . .	„	28,1	47,7
18 „ . .	„	27,7	47,0	15 „ . .	„	27,9	49,2
19 Mei . .	3,15	27,4	48,2	5 „ . .	3,30	28,6	51,8
21 „ . .	„	27,6	48,8	20 April .	3,35	28,8	50,1
27 Juli . .	„	28,0	49,8	11 Mei . .	3,40	28,7	49,3
29 „ . .	„	28,2	49,4	6 „ . .	3,45	29,3	50,4
30 „ . .	„	28,2	48,6	7 „ . .	3,55	29,9	47,7

In een bedrijf, waarin de mengmelk van een grooter aantal koeien verwerkt wordt, zullen deze verschillen natuurlijk minder groot zijn. Overigens ligt de conclusie voor de hand, dat er nog grootere verschillen te verwachten zijn, indien op een boerderij de avond- en de morgenmelk afzonderlijk verkaasd worden.

Wij hebben bij onze proefnemingen enkele malen kaas verkregen met een zeer laag vetgehalte in de droge stof. Op blz. 31 en 32 hebben wij er reeds op gewezen, dat de oorzaak van deze lage gehalten niet kon liggen in mogelijke bij de bereiding gemaakte fouten. Hier willen wij er op wijzen, dat de afwijkende waarden niet op analysefouten kunnen berusten. Telkens wanneer het vetgehalte in de droge stof van een kaas lager werd gevonden dan 46 %, is nog eens een tweede kaas van dezelfde partij geanalyseerd; steeds zijn overeenstemmende waarden gevonden, waarvan dan het gemiddelde in de tabellen is opgenomen.

De oorzaak van de waargenomen lage gehalten in enkele van onze volvette kazen moet klaarblijkelijk worden gezocht in de samenstelling van de verwerkte melk, waarin op die dagen de verhouding tusschen vet en andere melkbestanddeelen van het normale schijnt te hebben afgeweken.

Wij hebben nagegaan, of er voor die afwijkende samenstelling soms een bijzondere oorzaak zou zijn aan te geven. Hiervoor

hebben wij verschillende gegevens, welke ons voor de beoordeeling van deze kwestie van belang schenen, bij elkaar gebracht.

In het onderstaande staatje zijn de gevallen, waarin kaas met een laag vetgehalte in de droge stof gemaakt werd, verzameld.

Tabel V.

Datum.	Vetgehalte in de droge stof van de kaas.
27 Mei	45,8 %
29 „	45,4 %
3 Juni	44,5 %
17 Aug.	45,9 %
21 „	45,5 %
23 „	45,7 %

Voor 27 Mei vinden wij genoteerd, dat de temperatuur buitengewoon hoog was. Op dien dag steeg de thermometer te Wageningen tot 25,0° C.; ook den vorigen dag was het warm, met onweer.

Zooals uit tabel I blijkt, heeft deze omstandigheid invloed gehad op de samenstelling van de melk; het vetgehalte en eveneens het vetgehalte in de droge stof zijn lager dan op den voorafgaanden en volgenden dag. Op 29 Mei nemen wij hetzelfde waar. Volgens de meteorologische waarnemingen was het op 28 en 29 Mei koud weer met veel regen. Voor 3 Juni vinden wij niets bijzonders genoteerd. Op 16 en 17 Augustus was het drukkend warm; hooge temperatuur met groote vochtigheid van de lucht. Op 21 Augustus waren de koeien geënt tegen miltvuur, de dieren waren op dien dag en op de daarop volgende dagen zeer onrustig.

Ook uit het materiaal van vorige jaren, hetwelk niet gepubliceerd is, kunnen wij enkele typische gevallen mededeelen, waarin de samenstelling van de melk aanleiding was, dat de volvette kaas, welke er uit bereid werd, een bijzonder laag vetgehalte in de droge stof vertoonde. Wij laten hieronder de gegevens volgen.

Jaar en datum. 1922.	Vetgehalte		
	van de melk.	in de droge stof van de kaas.	van de wei.
9 October . . .	3,70 %	50,4 %	—
10 „ . . .	3,30 „	47,4 „	—
11 „ . . .	3,50 „	46,3 „	—
12 „ . . .	3,35 „	48,5 „	—
13 „ . . .	3,30 „	47,5 „	—
14 „ . . .	3,25 „	47,2 „	0,55 %
16 „ . . .	3,— „	43,3 „	0,50 „
17 „ . . .	3,— „	42,5 „	0,65 „
18 „ . . .	2,80 „	43,8 „	0,40 „
19 „ . . .	3,— „	42,9 „	0,60 „
20 „ . . .	3,05 „	44,0 „	0,60 „
21 „ . . .	3,20 „	45,1 „	0,65 „
23 „ . . .	3,05 „	48,2 „	0,50 „
24 „ . . .	2,95 „	48,6 „	0,50 „
25 „ . . .	3,15 „	47,2 „	0,50 „
26 „ . . .	3,15 „	47,2 „	0,50 „
27 „ . . .	3,15 „	47,6 „	0,40 „
28 „ . . .	3,10 „	46,8 „	—

Bij de bereiding van de kaas werd voor het nawarmen een kleine echter steeds gelijke hoeveelheid water aan de wrongel toegevoegd.

Voor 16 October 1922 staat genoteerd koud weer; het voer in de weide is op. Op den 19den werd begonnen met het bijvoeren van bietenblad. Op den 20sten kwamen de koeien op stal. Hoewel op enkele dagen het hooge vetgehalte in de wei (op 17, 19, 20 en 21 October) het vetgehalte in de droge stof van de kaas gedrukt heeft, blijkt uit de andere gegevens duidelijk de schadelijke invloed van de samenstelling der melk, welke in dit geval het gevolg was van onvoldoende voeding van het vee.

HET ZOUTGEHALTE VAN DE KAAS.

Wij hebben van alle proefkazen het keukenzoutgehalte bepaald, oorspronkelijk met de bedoeling na te gaan in hoeverre de meerdere of mindere smedigheid van het zuivel verband hield met het zoutgehalte van het kaasvocht. Door omstandigheden kon de kaas niet steeds op denzelfden ouderdom onderzocht worden, zoodat de bedoelde waarden alleen dan van beteekenis zijn, wanneer de te vergelijken kazen op het oogenblik van het onder-

zoek nagenoeg even oud waren. Ondertusschen hebben de zoutgehalten in het kaasvocht in zooverre nog beteekenis, dat er uit blijkt, dat de bedoelde waarden voor de kazen tot 3 maanden oud gemiddeld 5,9 % bedragen met een minimum van 5,1 %, een maximum van 6,7 %, terwijl het zoutgehalte in het kaasvocht van de oudere kazen schommelt tusschen 5,3 en 9 % met een gemiddelde van 7,3 %.

Van geen enkele jonge kaas is het zoutgehalte in het kaasvocht zóó hoog, dat het oorzaak zou kunnen zijn van een te stug zuivel.

De zoutgehalten, berekend op de droge stof van de kaas, toonen aan, dat de kazen over de geheele proefperiode zeer gelijkmatig gezouten zijn. De waarden loopen uiteen van 3,0—5,4 % met een gemiddelde van 3,94 %. Hierbij zij opgemerkt, dat er slechts 6 keer een gehalte boven 4,5 % gevonden is.

DE ZUURHEIDSGRAAD VAN DE KAAS.

De zuurheidsgraad van de kaas is steeds bepaald volgens de electrometrische methode, met gebruikmaking van de chinhydronelectrode, een methode, welke ons voor dit doel zeer geschikt bleek te zijn.

De *pH* van de verschillende monsters schommelt tusschen 4,99 en 5,64. In de eerste plaats blijkt, en dit is geheel in overeenstemming met hetgeen vroeger door Dr. VAN DAM [1]) is gepubliceerd, dat, indien de *pH* van de kaas laag is, m. a. w. wanneer de wrongel zuur is, een minder smedige kaas wordt verkregen. De kazen, welke bij de keuring kort of bros werden bevonden, hadden bijna alle een lage *pH*. Dit zou waarschijnlijk duidelijker uitgekomen zijn, indien alle kaas was beoordeeld toen ze b.v. niet meer dan 3 maanden oud was. Een oudere kaas is nu waarschijnlijk wel eens bros genoemd, doordat ze langzamerhand wat te veel was ingedroogd.

Aan den anderen kant blijkt, dat de kaas, welke „heft" vertoonde of „los" was, bijna altijd een hooge *pH* had. Het kaasvocht is dan blijkbaar niet zuur genoeg geweest om de ontwikkeling van gasvormende organismen tegen te gaan.

De kazen van 9 en 15 Augustus hadden beide een zeer hooge *pH;* in deze kaas was al bijzonder weinig zuur gevormd. Aangezien bij de bereiding geen water aan de wrongel is toegevoegd, moet de melkzuurgisting in deze kazen wel zeer slecht zijn verloopen, tenzij de gistings-organismen achteraf een gedeelte van

---

[1]) Dr. W. VAN DAM, Opstellen over moderne zuivelchemie, 2de druk, 1922, bladz. 95 e. v.

het reeds gevormde melkzuur weer hebben ontleed. Een nader onderzoek zal de vraag, die hier rijst, eerst kunnen oplossen.

Zooals in het verslag over de electrische roermachine reeds is opgemerkt, kregen wij bij het begin van onze proefnemingen (einde April) brosse, iets korte kaas, welk gebrek wij meenden te moeten toeschrijven aan de bijzondere samenstelling van de melk aan het einde van den staltijd. Vrij zeker hadden wij ook in dezen tijd een smedige kaas kunnen maken, indien wij bij de bereiding water hadden toegevoegd. In verband met het onderzoek van de machine hebben wij dat echter niet willen doen.

Volgens de beoordeelingsstaat (tabel I) hebben wij tusschen 2 en 17 Augustus veel te kampen gehad met het gebrek heft. Dit is ook de periode, waarin de kaas een lage zuurheidsgraad (hooge *pH*) had. Wij hebben dit gebrek eerst trachten te bestrijden door een extra zorgvuldige reiniging en sterilisatie van alle melk- en kaasgereedschappen. Toen dit middel niet hielp, zijn wij overgegaan tot het gebruik van meer zuursel.

Op 2 Augustus gebruikten wij 25 cm^3 zuursel op 100 liter melk; op 4 Augustus verdubbelden wij deze hoeveelheid; op den 18den brachten wij het van 50 op 130, daarna waren wij het gebrek meester; de melkzuurvorming verliep nu zóó snel, dat de gistingsorganismen onderdrukt werden.

Wij meenen onze beschouwingen naar aanleiding van de in 1926 genomen proefnemingen hiermede te kunnen besluiten. Het ligt in onze bedoeling de proeven in den zomer van 1927 voort te zetten, waarbij wij dan tevens meer in het bijzonder onze aandacht zullen schenken aan de bestrijding van het gebrek „heft" in de kaas.

Wageningen, Laboratorium voor Zuivelbereiding en Melkkunde der Landbouwhoogeschool.

April 1927.

Beoordeeling van het verschil tusschen twee variëteiten op grond van een waargenomen opbrengstverschil, door Prof. M. J. van Uven.

Wil men nagaan, of van een zeker gewas de variëteit A beter is dan de variëteit B, dan neemt men een reeks veldproeven, waarbij elk van beide variëteiten wordt uitgezaaid op een zeker aantal perceelen, die in grootte, bodemkwaliteit, enz. gelijkwaardig kunnen worden geacht.

Stel, dat de variëteit A over M perceelen is verdeeld. Van de opbrengsten daarvan moge het gemiddelde a, en de middelbare afwijking α bedragen, zoodat de middelbare afwijking van het gemiddelde a het bedrag $\varepsilon_a = \frac{\alpha}{\sqrt{M}}$ heeft. Evenzoo moge de variëteit B over N perceelen zijn verdeeld, waarvan de opbrengsten het gemiddelde b en de middelbare afwijking β hebben, zoodat van dit gemiddelde b de middelbare afwijking $\varepsilon_b = \frac{\beta}{\sqrt{N}}$ bedraagt.

Het verschil $V = a - b$ tusschen beide gemiddelden heeft dan de middelbare afwijking $\varepsilon_V = \sqrt{\varepsilon_a^2 + \varepsilon_b^2} = \sqrt{\frac{\alpha^2}{M} + \frac{\beta^2}{N}}$.

We onderstellen, dat $a > b$, dus $V > 0$. De vraag is nu met welke kans we mogen verwachten, dat de variëteit A ook bij een volgend onderzoek hooger opbrengst zal geven dan de variëteit B, m. a. w. dat het verschil $V = a - b$ opnieuw positief zal zijn.

We hebben dus naast elkaar te beschouwen de werkelijk *geconstateerde* waarden (M, a, α), (N, b, β), met de daaruit berekende waarden $V = a - b$, $\varepsilon_V = \sqrt{\frac{\alpha^2}{M} + \frac{\beta^2}{N}}$ eenerzijds, en de bij een tweede proef mogelijk te verkrijgen waarden (M', a', α'), (N', b', β'), $V' = a' - b'$ anderzijds.

Hoe sterk V' vermoedelijk zal afwijken van V wordt beoordeeld uit ε_V, en wel aldus:

Bij gebrek aan verdere inlichtingen achten we V de waarschijnlijkste waarde van V'. Volgens de exponentieele foutenwet van GAUSS is de kans, dat V' tusschen V_1' en V_2' in gelegen is:

$$W_{V_2'}^{V_1'} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{V_1'}^{V_2'} e^{-h^2 (V'-V)^2} \, dV', \quad \text{waarbij } h = \frac{1}{\varepsilon_V \sqrt{2}} > 0.$$

De kans, dat de variëteit A opnieuw beter zal blijken dan de variëteit B, is de kans, dat $a' > b'$, of dat $V' = a' - b'$ positief is, d. w. z. in ligt tusschen 0 en $+\infty$. De kans op: A beter dan B $(A > B)$ is dus:

$$W(A>B) = W_o^{+\infty} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{V'=0}^{V'=+\infty} e^{-h^2 (V'-V)^2} \, dV', \text{ met } h = \frac{1}{\varepsilon_V \sqrt{2}} > 0.$$

Stellen we $V' = V + u$, of $u = V' - V$, dan worden de grenzen van u : $u_1 = 0 - V = -V$ en $u_2 = +\infty$, terwijl $dV' = du$; derhalve:

$$W\ (A > B) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{V}^{+\infty} e^{-h^2 u^2} \, du.$$

Om deze integraal met behulp van een tabel te kunnen berekenen, stellen we eerst nog

$$u = \frac{-t}{h} \text{ of } t = -hu;$$

de grenzen van t zijn dan $t_1 = -hu_1 = +hV$, $t_2 = -hu_2 = -h \times +\infty = -\infty$, terwijl $du = -\frac{dt}{h}$.

Er komt dus:

$$W\ (A > B) = \frac{-1}{\sqrt{\pi}} \int_{+hV}^{-\infty} e^{-t^2} dt = \frac{+1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+hV} e^{-t^2} dt = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{T} e^{-t^2} dt,$$

wanneer $T = hV = \frac{V}{\varepsilon_V \sqrt{2}}$ wordt gesteld.

De integraal $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{T} e^{-t^2} dt$ wordt, als functie van haar bovenste grens T, aangeduid door $\Theta(T)$. We hebben dus

$$W\ (A > B) = \Theta(T), \text{ waarbij } T = \frac{V}{\varepsilon_V \sqrt{2}}.$$

Uitgaande van de gegeven waarden (M, a, α), (N, b, β), berekent men eerst V en ε_V, en vervolgens T, waarna de tabel van de functie Θ de waarde voor W $(A > B)$ levert.

Wil men, om de een of andere reden, dat A niet alleen een grooter opbrengst per perceel levert dan B, maar zelfs minstens een bedrag V_m meer levert, dus dat $V' = a' - b' \geq V_m$, dan verlangt men blijkbaar, dat V' tusschen V_m en $+\infty$ in ligt. Stellen we de kans hierop voor door $W(V_m)$, dan vinden we:

$$W(V_m) = W_{V_m}^{+\infty} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{V'=V_m}^{V'=+\infty} e^{-h^2 (V'-V)^2}\, dV', \text{ met } h = \frac{1}{\varepsilon_V \sqrt{2}}.$$

De substitutie $V' = V + u$ geeft dan als onderste grens voor u:

$$u_m = V_m - V = -(V - V_m),$$

terwijl de bovenste grens $+\infty$ blijft.

De substitutie $u = -\frac{t}{h}$ geeft dan als onderste grens voor t:

$$T_m = +h(V - V_m),$$

zoodat

$$W(V_m) = \frac{-1}{\sqrt{\pi}} \int_{T_m}^{-\infty} e^{-t^2}\, dt = \frac{+1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{T_m} e^{-t^2}\, dt = \Theta(T_m), \text{ waarbij}$$

$$T_m = \frac{V - V_m}{\varepsilon_V \sqrt{2}}.$$

Hieronder volge een tabel van de functie $\Theta(T)$.

T	Θ	T	Θ	T	Θ	T	Θ
−2,5	0,0002	−1,2	0,045	0	0,500	+1,3	0,967
−2,4	0,0003	−1,1	0,060	+0,1	0,556	+1,4	0,976
−2,3	0,0006	−1,0	0,079	+0,2	0,611	+1,5	0,983
−2,2	0,0009	−0,9	0,101	+0,3	0,664	+1,6	0,9882
−2,1	0,0015	−0,8	0,129	+0,4	0,714	+1,7	0,9919
−2,0	0,0023	−0,7	0,161	+0,5	0,760	+1,8	0,9945
−1,9	0,0036	−0,6	0,198	+0,6	0,802	+1,9	0,9964
−1,8	0,0055	−0,5	0,240	+0,7	0,839	+2,0	0,9977
−1,7	0,0081	−0,4	0,286	+0,8	0,871	+2,1	0,9985
−1,6	0,0118	−0,3	0,336	+0,9	0,899	+2,2	0,9991
−1,5	0,017	−0,2	0,389	+1,0	0,921	+2,3	0,9994
−1,4	0,024	−0,1	0,444	+1,1	0,940	+2,4	0,9997
−1,3	0,033	0	0,500	+1,2	0,955	+2,5	0,9998

Voorbeeld: $M = 20 \quad a = 10{,}4 \quad \alpha = 0{,}3$

$N = 25 \quad b = 10{,}1 \quad \beta = 0{,}6$

$$V = 10{,}4 - 10{,}1 = +0{,}3; \; \varepsilon_V = \sqrt{\frac{0{,}3^2}{20} + \frac{0{,}6^2}{25}} =$$

$$= \sqrt{0{,}0045 + 0{,}0144} = \sqrt{0{,}0189} = 0{,}14.$$

$$T = \frac{0{,}3}{0.14\sqrt{2}} = 1{,}5; \quad \Theta(T) = \Theta(1{,}5) = 0{,}983.$$

Men heeft dus een kans 0,983, of 58 tegen 1, dat A beter is dan B.

Verlangt men, dat de opbrengst per perceel van A minstens 0.2 meer is dan van B, dan is $V_m = 0{,}2$, dus $V - V_m = 0{,}3 -$

$$- 0{,}2 = 0{,}1; \; T_m = \frac{0{,}1}{0{,}14\sqrt{2}} = 0{,}5; \quad \Theta(T_m) = \Theta(0{,}5) = 0{,}760.$$

Men heeft dus ongeveer een kans 3 tegen 1, dat A minstens 0,2 per perceel meer opbrengt dan B.

$V_m = 0{,}5$ geeft evenzoo $V - V_m = 0{,}3 - 0{,}5 = -0{,}2$, $T_m =$

$$= \frac{-0{,}2}{0{,}14\sqrt{2}} = -1{,}0; \quad \Theta(T_m) = \Theta(-1.0) = 0{,}079.$$

Er is dus slechts een kans 0,097 tegen 1—0,097 = 0,921, of ongeveer 3 tegen 35, of (nog ruwer) 1 tegen 12, dat A minstens 0,5 per perceel meer opbrengt dan B.

Had men een waarde voor V gekregen, juist gelijk aan 3 maal de middelbare afwijking, dus $V = 3\,\varepsilon_V$, dan zou men gevonden hebben $T = \frac{3}{\sqrt{2}} = 2{,}12$, dus $\Theta(T) = \Theta(2{,}12) =$

$= 0{,}999$ (nauwkeuriger 0.9986).

Als men dus $V = 3\,\varepsilon_V$ heeft waargenomen, dan is er een kans 9986 tegen 14 of 713 tegen 1, dat A beter is dan B. Deze kans is zoo groot, dat men zich in de meeste gevallen wel veilig zal gevoelen.

Is V nog grooter dan $3\,\varepsilon_V$, dan is die kans eveneens grooter.

Acht men een kans 100 tegen 1 voldoende gelijkwaardig met zekerheid, dan verlangt men $W(A > B) = 0{,}9901$, of

$$T = +1.65, \text{ dus } \frac{V}{\varepsilon_V} = +1{,}65\sqrt{2} = 2{,}33 \text{ of } V = 2{,}33\,\varepsilon_V.$$

In den regel eischt men, als kenmerk voor de wezenlijkheid van het verschil tusschen de variëteiten, dat het geconstateerde

verschil V minstens gelijk is aan $3\,\varepsilon_V$ en wel op grond van de volgende redeneering:

Een *toevallig* verschil v, waarvan de volstrekte waarde hoogstens v_m bedraagt, heeft een kans

$$W_{-v_m}^{+v_m} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-v_m}^{+v_m} e^{-h^2 v^2}\, dv, \quad \text{waarbij } h = \frac{1}{\varepsilon_V \sqrt{2}},$$

$V =$ geconstateerd verschil.

Nu is

$$W_{-v_m}^{+v_m} = 1 - \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{-v_m} e^{-h^2 v^2}\, dv - \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{+v_m}^{+\infty} e^{-h^2 v^2}\, dv =$$

$$= 1 - \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{-v_m} e^{-h^2 v^2}\, dv = 1 - 2\,\Theta(-hv_m) = 1 - 2\,\Theta(-t_m),$$

als we

$$t_m = hv_m = \frac{v_m}{\varepsilon_V \sqrt{2}}$$

stellen.

Hoe grooter v_m wordt gekozen, hoe kleiner $\Theta(-h\,v_m)$. is, hoe dichter dus $W_{-v_m}^{+v_m}$ bij 1 ligt. Constateert men derhalve, dat de volstrekte waarde van V grooter is dan v_m, dan is de kans, dat deze V *toevallig* is, zeer klein, en wel W (V toev.) $=$ $= 1 - W_{-v_m}^{+v_m} = 2\,\Theta(-h\,v_m)$. De kans, dat V *niet toevallig*, dus *wezenlijk* is, is dan

W (V wez.) $= 1 - W$ (V toev.) $= 1 - 2\,\Theta(-h\,v_m) = W_{-v_m}^{+v_m}$.

Kiest men $v_m = 3\,\varepsilon_V$, dan komt er volgens deze redeneering

$$W(V \text{ wez.}) = 1 - 2\,\Theta(-3\,h\,\varepsilon_V) = 1 - 2\,\Theta\left(-\frac{3}{\sqrt{2}}\right) =$$

$= 1 - 2\,\Theta(-2,12) = 1 - 2 \times 0{,}0014 = 0{,}9972$, of 356 tegen 1.

Deze kans is kleiner dan die, welke overeenkomt met $V = 3\,\varepsilon_V$ volgens dé eerste methode.

De fout van de laatste methode bestaat daarin, dat men werkt met de *volstrekte* waarde van V, terwijl het op de *algebraïsche* waarde aankomt.

$W_{-v_m}^{+v_m}$ is de kans, dat de volstrekte waarde van v kleiner is dan v_m, dus dat òf $v > +v_m$, òf $v < -v_m$. Is er nu een *positief* bedrag V gevonden, dan interesseert ons alleen het geval $v > +v_m$. Alleen de wetenschap, dat de kans op een toevallig verschil $v > +v_m$ klein is, geeft ons de overtuiging dat een gevonden V grooter dan $+v_m$ niet op toeval berust. Dat de kans op een *toevallig negatief* verschil $v < -v_m$ klein zou zijn, draagt niet bij tot een oordeel over een *werkelijk geconstateerd positief* verschil.

Constateeren we dus, dat $V > 3\,\varepsilon_V$, dan is de kans op de realiteit van dit verschil *niet*: minstens $1 - 2\,\Theta(-2, 12) = 1 - 2 \times 0{,}0014$ (of minstens 356 tegen 1), maar *wel* $1 - \Theta(-2, 12) = \Theta(+2, 12) = 1 - 0{,}0014$ (of minstens 713 tegen 1).

In 't algemeen is het geven van een universeel recept. als $V \geq 3\,\varepsilon_V$, verwerpelijk, afgezien daarvan, dat het meestal op een onjuisten grondslag rust. Waar het op aankomt is het beoordeelen van de *kans*, dat — na een eenmaal geconstateerd verschil — een eventueel later waar te nemen verschil in dezelfde richting zal uitvallen, of een zeker minimum zal te boven gaan, Voor deze kans hebben we gevonden:

$W(A > B) = \Theta(T)$ met $T = \dfrac{V}{\varepsilon_V \sqrt{2}}$, resp. $W(V_m) = \Theta(T_m)$ met $T_m = \dfrac{V - V_m}{\varepsilon_V \sqrt{2}}$.

Het beoordeelen van deze kans is een zaak van persoonlijke waardeering. Deze taxatie moet worden overgelaten aan hem, wien het opbrengstverschil ter harte gaat. Elk bijzonder geval stelt daarbij aan de te verlangen kans zijn eigen eischen.

Het Registreeren der Bestraling van het Aardoppervlak door Prof. Dr. D. van Gulik.

Het is een bekende zaak, dat in de Weerkunde de straling der zon een factor is van overheerschende beteekenis. Haar rechtstreeksche invloed op de temperatuur van den grond en van de dampkringslucht springt duidelijk genoeg in het oog; maar zij levert ook de warmte die het water aan het aardoppervlak doet verdampen en alzoo de vochtigheid van de atmosfeer regelt. Het is verder de zonnewarmte, die den dampkring in beroering houdt en dus den wind veroorzaakt en die evenzeer bewerkt, dat in de omhoogstijgende luchtmassa's de meegevoerde waterdamp tot wolken condenseert en weder neerslaat als regen, hagel of sneeuw, terwijl hierbij nog de electrische krachten kunnen worden ontketend, die in het onweer tot uiting komen. HANN zegt dan ook: es ist nicht gelungen, irgend einen erheblichen meteorologischen Vorgang mit Sicherheit nachzuweisen, dessen Kraftquelle nicht in der Bestrahlung unseres Weltkörpers durch die Sonne läge.

Deze overwegende invloed door de zonnestraling uitgeoefend op de genoemde „meteorologische elementen", die het klimaat eener landstreek, en in engeren zin ook den heerschenden weerstoestand bepalen, doet reeds gevoelen van hoe groote beteekenis de zonnestraling ook voor den landbouw moet zijn.

Maar ook rechtstreeks is zij voor den land- en tuinbouw een weldaad van het allerhoogste belang. De gewassen kunnen het zonnelicht niet ontberen, dat voor de koolstofassimilatie (fotosynthese) wordt vereischt. In de groene plantendeelen toch moeten uit stoffen van een kleineren energie-inhoud (kooldioxyd en water) verbindingen van grooteren energie-inhoud (koolhydraten) worden opgebouwd. De onmisbare rol der zonnestralen hierbij is deze, dat zij het tot stand komen dezer laatste verbindingen mogelijk maken, door het te kort aan energie, of arbeidsvermogen, bij te passen. De landbouw stelt zich nu ten doel op deze wijze zonneënergie vast te leggen met de vooropgestelde bedoeling, dat de verkregen producten bovenal voedingsmiddelen zullen zijn. En voor hem, die later dit voedsel gebruikt is het stoffelijke deel ervan feitelijk iets bijkomstigs; het gaat in de eerste plaats om de onstoffelijke energie, het arbeidsvermogen, dat in deze materie is vervat en dat door de spijsvertering aan den gebruiker van het voedsel wordt ter beschikking gesteld. Want aan alle denken en doen en aan iedere levensverrichting is onafscheidelijk verbruik van energie verbonden en hierom is voor ieder levend wezen een eerste levensbehoefte, dat zijn voorraad arbeidsvermogen geregeld wordt aangevuld en bijgehouden. Dit

nu heeft plaats bij de voeding door aanvoer van arbeidsvermogen, dat van oorsprong zonneënergie is.

Deze korte beschouwing moge voldoende zijn om te doen inzien, dat de wetenschappelijke studie van den landbouw, meer nog dan aan geregelde waarnemingen omtrent temperatuur, neerslag, vochtigheid enz., behoefte heeft aan doorloopende metingen en vooral registreeringen van de stralingsenergie, welke de zon aan de te velde staande gewassen ter beschikking stelt. Eerstgenoemde waarnemingen en registreeringen vinden reeds sinds tal van jaren onafgebroken plaats op duizenden stations. Daarentegen is het aantal plaatsen, waar metingen van de zonnestralingsenergie en nog meer waar geregelde registreeringen van deze grootheid geschieden, hoewel de belangstelling ervoor in de laatste jaren sterk is toegenomen, nog zeer beperkt, gelijk uit een recente verhandeling van KIMBALL [1]) is na te gaan.

Voor den landbouw is dan de stralingsenergie, die het horizontale aardoppervlak door de gezamenlijke zonne- plus hemelstraling ontvangt, de belangrijkste te meten grootheid. Zij wordt in den regel per cm^2. van het oppervlak berekend en in gramcalorieën uitgedrukt, ofschoon men ook, naar het voorbeeld van SHAW [2]) de bestralingssterkte kan uitdrukken in kilowatts per vierkanten decameter, waarbij één calorie per cm^2. gelijkwaardig is met 1,16 K.W.U. per DM^2.

Nu kan men zich, om niet in de straks te behandelen kostbaardere en meer gecompliceerde toestellen te vervallen, behelpen met de betrekkelijk eenvoudige zonneschijn-autografen [3]), die het aantal uren van zonneschijn aanteekenen. Men past hierop dan de volgende, door A. ANGSTRÖM [4]) gegeven, formule toe:

$$Q = Q_0 \, (0{,}25 + 0{,}75 \, S),$$

waarin Q de gezochte energie voor een zekeren dag voorstelt, Q_0 die welke bij onafgebroken zonneschijn gevonden zoude zijn [5]) en S het aantal uren zonneschijn, gedeeld door het aantal uren, dat de zon boven de horizon was; alles natuurlijk voor dienzelfden dag. Deze formule komt blijkbaar hierop neer, dat de stralingsenergie bestaat uit de som van twee termen, n.l. uit een vast gedeelte, $\frac{1}{4} \, Q_0$, waaraan bij geheel bedekte lucht (nul zonneuren) niets meer wordt toegevoegd, plus een zeker breukdeel van

---

[1]) MONTHLY WEATHER Review, 55, 1927, blz. 155.

[2]) Sir NAPIER SHAW, Manual of Meteorology, 1926, vol. I, blz. 237.

[3]) Zie hierover mijn Leerboek der Meteorologie, IIIe druk, 1927, blz. 97.

[4]) Met. Zs. 1927, blz. 235.

[5]) Deze grootheid is voor verschillende plaatsen en verschillende tijden van het jaar thans wel bij benadering bekend; zie KIMBALL loc. cit.

$\frac{3}{4}$ Q_0, dat afhangt van het aantal uren zonneschijn. De variaties van dag tot dag schuilen dus uitsluitend in den laatsten term, behalve dan dat Q_0 in den loop van het jaar een regelmatige langzame verandering ondergaat; en voor het bepalen van den laatsten term alleen moeten dan ook de waarnemingen met den zonneautograaf dienst doen.

Het is echter duidelijk, dat een berekening van de stralingsenergie, die op het aantal zonne-uren gebaseerd is, geen juiste waarden kan opleveren, omdat de bepaling van het aantal zonneuren zelve niet nauwkeurig kan zijn. [1]). Hierom al niet, omdat aan een uur zonneschijn in den middag een veel grootere waarde toekomt dan aan een uur zonneschijn bijv. in den laten namiddag; terwijl het bovendien groot verschil maakt of de zon dien tijdsduur onbelemmerd heeft gestraald, dan wel door een licht wolkenfloers of door voorbijtrekkende kleine wolkjes getemperd is. Zoo kenmerkte zich de geheele vijfde Augustus 1926 door een licht betrokken hemel, die het inbranden op den zonneautograaf verhinderde en aldus geen enkel zonneuur opleverde. Toch was de bewolking licht genoeg om nog een aanzienlijke hoeveelheid stralingsenergie door te laten, nl. 260 calorie, volgens de aanteekeningen van den straks te beschrijven solarimeter. Gaat men echter de energie berekenen uit de formule van ÅNGSTRÖM, waarin (afgaande op het feit, dat vier dagen later, op een dag van bijna onafgebroken zonneschijn 480 cal. ontvangen zijn), voor Q_0 de waarde van 500 cal. is te substitueeren, dan zou een bedrag van slechts 125 cal. gevonden worden, behept dus met een fout van meer dan 100 %. Hierbij komt nog, dat voor toepassing in de correlatierekening niet de waarden zelve, maar hare afwijkingen van het gemiddelde worden gebruikt, waarin de fout percentsgewijs nog vergroot overgaat.

Omdat in de registreering der zonne-autografen te veel van den zonneschijn der morgen- en avonduren verloren ging is men in den laatsten tijd aan het Meteorologisch Instituut te De Bilt ertoe overgegaan alleen op den zonneschijn tusschen 8 uur v.m. en 4 uur n.m. te letten. Dit moge, vergeleken met de oude methode, een verbetering zijn, aan den anderen kant kan het uit den aard der zaak niet nauwkeurig zijn de wisselingen in den zonneschijn geheel buiten beschouwing te laten, die plaats vinden vóór 8 uur en na vier uur, d. i. in de helft van den zonnedag gedurende de voor de cultures belangrijkste maanden van het jaar. En dat de maatregel nog al ingrijpend is, blijkt hieruit, dat de normale jaarlijksche zonneschijnduur te De Bilt, volgens de oude methode

[1]) DORNO, Ausstattung moderner Strahlungsobservatorien, noemt haar op blz. 4 een „erster Notbehelf".

berekend 0,33 bedraagt en volgens de nieuwe methode 0,38, een sprong van 15 %, dus in eerstgenoemd bedrag.

Als dan blijkbaar de „zonneuren" geen grondslag kunnen vormen, vertrouwbaar genoeg om er een zoo gewichtigen factor als de stralingsenergie der zon uit af te leiden, rijst de vraag, of deze laatste niet rechtstreeks is te meten en te registreeren. Dit is inderdaad op verschillende wijzen uitvoerbaar gebleken. [1]) De meest toegepaste methode is wel die van het thermoëlement (thermozuil), waarbij de opgevangen stralingsenergie eerst door absorptie in warmte en vervolgens in een electrischen stroom (thermostroom) wordt omgezet. Deze laatste is met behulp van een gevoeligen galvanometer gemakkelijk te meten en zelfs te registreeren.

Het beginsel van werking der thermozuil, dat in elk leerboek der Natuurkunde behandeld wordt, kan hier buiten bespreking blijven. De firma KIPP te Delft heeft een door prof. MOLL ontworpen thermozuil tot een bruikbaren solarimeter uitgewerkt door afsluiting met een kleinen glazen halfbol. [2]) Hiervan beschikt mijn laboratorium over een drietal exemplaren, terwijl er voorts nog aanwezig is de, op verschillende plaatsen der Vereenigde Staten in gebruik zijnde, solarimeter van KIMBALL. [3]) Dit toestel is in Amerika geijkt, d. w. z. de sterkte van den thermostroom is opgegeven, dien hij (bij gegeven weerstand) levert als de bestraling per minuut één gramcalorie per cm^2. bedraagt. Een der solarimeters van KIPP (zie blz. 9) heeft in 1926 en in 1927, gedurende voorjaar en zomermaanden, in horizontale opstelling, onafgebroken gewerkt in verbinding met een registreerenden galvanometer (Cambridge-threadrecorder). De stand van den wijzer van dezen galvanometer wordt elke minuut met een inktstip aangeteekend op een papierstrook, die door een uurwerk langzaam voortschuift. De geheele reeks van aangeteekende stippen vormt een diagram, dat nauwkeurig het verloop der straling voor elken dag laat nagaan. Des nachts, wanneer de galvanometer natuurlijk geen uitwijking ondergaat, wordt de nullijn van het diagram beschreven.

Het oppervlak van de figuur (curve) boven de nullijn stelt voor elken dag het totale bedrag der stralingsenergie („stralingssom") voor, dat zonne- en hemelstraling tezamen dien dag ter beschikking van een cm^2. van het horizontale aardoppervlak hebben gesteld. Het uitmeten van dit oppervlak geschiedt met behulp van een planimeter, een bewerking, die echter slechts dan eenvoudig en

[1]) Deze toestellen hebben allerlei namen gekregen; wij zullen hier slechts van solarimeters spreken.

[2]) M. WEATHER Rev. 52, 1924, June; 54, 1926, Sept.

[3]) M. WEATHER Rev. 51, 1923, May.

nauwkeurig kan geschieden, als de gang der straling het regelmatige verloop vertoont van bv. figuur 1, geregistreerd op j.l. Koninginnedag. Maar dikwijls wisselt zonneschijn voortdurend af

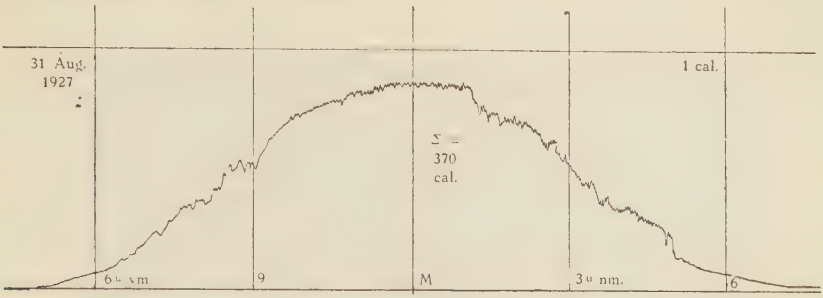


Fig. 1.

met schuil gaan achter wolken; de registreerstippen [1]) liggen dan onregelmatig over het geheele oppervlak der figuur verspreid en het planimetreeren wordt lastig en onnauwkeurig.

Om hieraan tegemoet te komen en om bovendien het instrumentarium te vereenvoudigen, heeft de genoemde Delftsche instrumentenfabriek onlangs een integrator in den handel gebracht om in combinatie met haren solarimeter te worden gebruikt. Het is een electrolytische cel, waarin verdund fosforzuur door den thermostroom wordt ontleed en de ontwikkelde waterstof in een verdeeld buisje wordt opgevangen. Het volume van dit gas wordt evenredig gesteld met het totaal der stralingsenergie gedurende den expositietijd van den solarimeter, en deze stralingssom is derhalve, na ijking van den integrator, uit dit volume onmiddellijk af te leiden. De toestel is niet anders dan een electriciteitsmeter (Elektrolytzähler, Modell E_2) van Siemens-Schuckert, waaruit, ter verhooging van de gevoeligheid een shuntweerstand is weggenomen. Toch is de gevoeligheid van het instrument voor vele doeleinden nog te klein, want gedurende een zomerdag ontwikkelt het gemiddeld een volume waterstof, dat niet meer dan 3 of 4 mm. beslaat. Alleen voor de bepaling van het totaal der straling over langere termijnen, bijv. over decaden (tijdvakken van tien dagen) zou dit instrument daarom te gebruiken zijn. Het is echter zeer de vraag of deze toestel kan worden geleverd met electroden, welke, ook voor de bij deze toepassing optredende uiterst lage electrische spanningen, voldoende vrij van polarisatie zijn. Met een door mij ontvangen exemplaar bleek mij dit op verre na niet het geval te zijn.

[1]) Voor de reproductie was het noodig in figuur 1 de stippen door een doorloopende lijn te verbinden, zoodat de stippen niet afzonderlijk meer zichtbaar zijn.

Een andere methode om te ontkomen aan de bezwaren der planimetrische werkwijze was inmiddels in mijn laboratorium uitgewerkt door de constructie van den, volgens geheel ander beginsel werkenden, integrator van figuur 2. Deze was bestemd om den Cambridge threadrecorder te vervangen, of beter nog, om gezamenlijk met dezen op denzelden solarimeter te worden aangesloten en derhalve gelijktijdig te fungeeren.

Het nieuwe apparaat, dat feitelijk een micro-electriciteitsmeter vertegenwoordigt, heeft met een Cambridge recorder den draaispoelgalvanometer gemeen, maar, in plaats van de uitwijkingen van den galvanometerwijzer elke minuut aan te teekenen, moet de nieuwe toestel deze uitwijkingen bij elkaar optellen, en de som afleesbaar maken op een telwerk. Deze som toch is een maat voor de stralingssom. Om dit mogelijk te maken is het boveneind van het ophangdraadje van de galvanometerspoel bevestigd aan een soort van wip W, die door middel van tandrad Z van een uurwerk over een kleinen afstand wordt op en neer bewogen met de periode van een minuut.

De draaispoel gaat dus in dien tijd eenmaal op en neer. Onder de spoel is een rond aluminiumtafeltje (T) opgesteld, op zoo korten afstand van de spoel, dat deze in haar laagsten stand telkens op dit tafeltje wordt gedeponeerd. Gedurende de rest der periode blijft de spoel echter geheel vrij opgehangen, en vertoont zij dus onder den invloed van den thermostroom een afwijking over grooteren of kleineren hoek uit haar nulstand. In dezen uitgeweken stand wordt de spoel dus telken male op het tafeltje neergezet. Dit nu is draaibaar om een stralen asje, loodrecht op zijn midden en zoodra de spoel erop is neergezet, treedt een (evenzeer door het uurwerk bewogen) mechanisme in werking, dat eerst de rem B van het tafeltje losmaakt en vervolgens spoel met tafeltje langzaam terugdraait naar den nulstand. In dezen nulstand aangekomen belet een stuitinrichting (S) een verdere draaiing. Als vervolgens de spoel weer van het tafeltje wordt afgelicht en opnieuw afwijkt, heeft inmiddels de rem B het tafeltje vastgezet. Eenige oogenblikken later wordt de spoel weder op het tafeltje gedeponeerd en ondergaat dit vervolgens een draaiing gelijk aan de nieuwe afwijking der spoel, en zoo vervolgens. De totale draaiing, die het tafeltje op deze wijze in den tijd van bijv. een uur ondergaat, is de som der zestig afwijkingshoeken, die de galvanometerspoel in dien tijd achtereenvolgens heeft gemaakt. Door middel van een op de as van het tafeltje gesneden wormschroef, wordt een telwerk bewogen, welks wijzer de totale draaiing aanwijst op een wijzerplaat G, waarvan figuur 2 slechts de achterzijde te zien geeft.

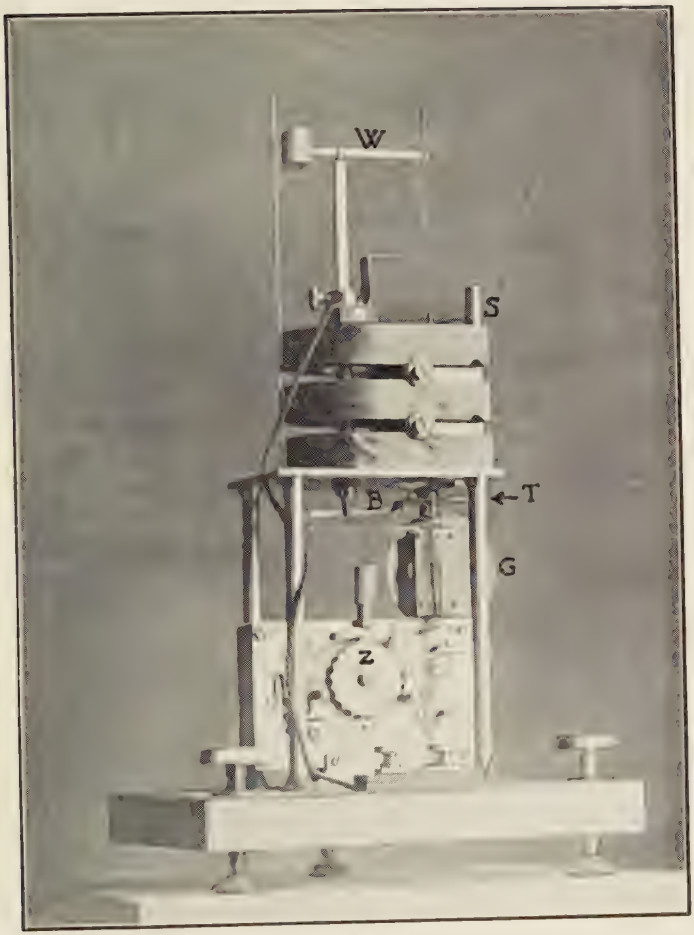


Fig. 2.

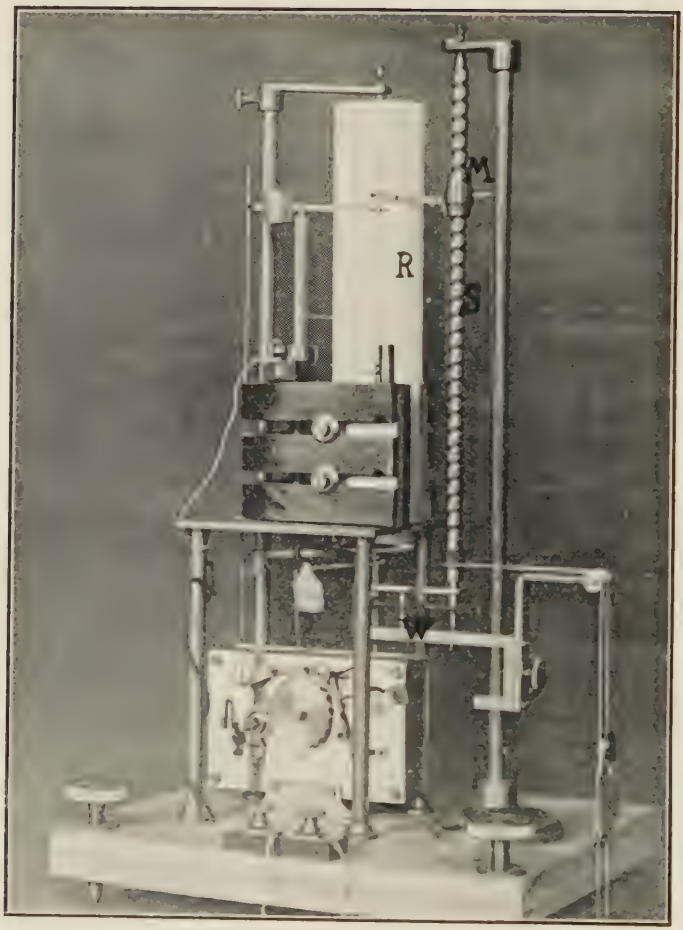


Fig. 3.

De toestel is in dezen vorm slechts korten tijd in gebruik geweest, omdat elken avond een bezoek aan het laboratorium werd vereischt om af te lezen hoever de wijzer zich in den afgeloopen dag had verplaatst. Dit bedrag, dat natuurlijk de stralingssom van dien dag vertegenwoordigt, moest nog op een of andere wijze mechanisch worden aangeteekend, d. w. z. geregistreerd. Zoo is uit de toestel van figuur 2 de *registreerende* integrator van figuur 3 [1]) ontstaan, door het telwerk weg te nemen, en de draaiing van het tafeltje door middel van tandwielen *W* over te brengen op een vertikale koperstaaf (*S*) met ingefraisden schroefgang. In dezen schroefgang loopt, op een stalen kogel, de moer *M*, die dus bij draaiing van de schroefstaaf langs deze omlaag zakt, en wel bij een geheele draaiing van de staaf over den afstand van den spoed der schroef (8 mm.). Het dalen van deze moer is alzoo een maat voor de totale draaiing van schroefstang en tafeltje, en daarom ook voor de stralingssom door den solarimeter opgevangen. Een aan de moer bevestigde schrijfpen teekent deze daling aan op de 25 cm. hooge papierrol *R*, die door het uurwerk eens per etmaal wordt rondgewenteld. Elke week wordt het papier vernieuwd en de pen weer omhoog gebracht. Slechts bij een reeks van sterke stralingsdagen is het noodig de pen tusschentijds te verzetten. Men heeft trouwens de gevoeligheid volkomen in de hand door de keuze der tandraderen en door de grootte van den voorschakelweerstand. Gewoonlijk blijkt dan een lijn te zijn getrokken als die van figuur 4. De horizontale gedeelten worden des nachts geschreven, als moer en pen, bij gemis aan straling, niet dalen; en de afstand tusschen deze horizontale lijntjes is telkens de stralingssom van den tusschen deze nachten gelegen dag. De steilheid van de kromme lijn geeft in hare wisselingen nog een beeld van de wisselende sterkte der straling. Maar voor zulke details is de registreering van den Cambridge recorder veel beter; en deze blijft — in parallelschakeling met den integrator — bovendien voortdurend in werking.

Nog enkele woorden over den solarimeter van Kipp, zooals deze door mij wordt gebruikt. Hieraan is nl. een wijziging op mijn laboratorium uitgewerkt door dr. D. BURGER. Ofschoon een artikel hieromtrent van zijn hand nog niet is verschenen, kan ik, na de publicatie Sol. 27 der firma KIPP, zonder onbescheiden te zijn, omtrent de bedoelde wijziging het volgende mededeelen.

De zonnestraling bestaat, naar men weet, uit een zichtbaar gedeelte, het licht, en een onzichtbaar gedeelte, het ultrarood; het ultraviolet met zijn betrekkelijk zeer geringe energie buiten rekening gelaten. De energie van het ultrarood over-

[1]) Eigenlijk een registreerende micro-electriciteitsmeter.

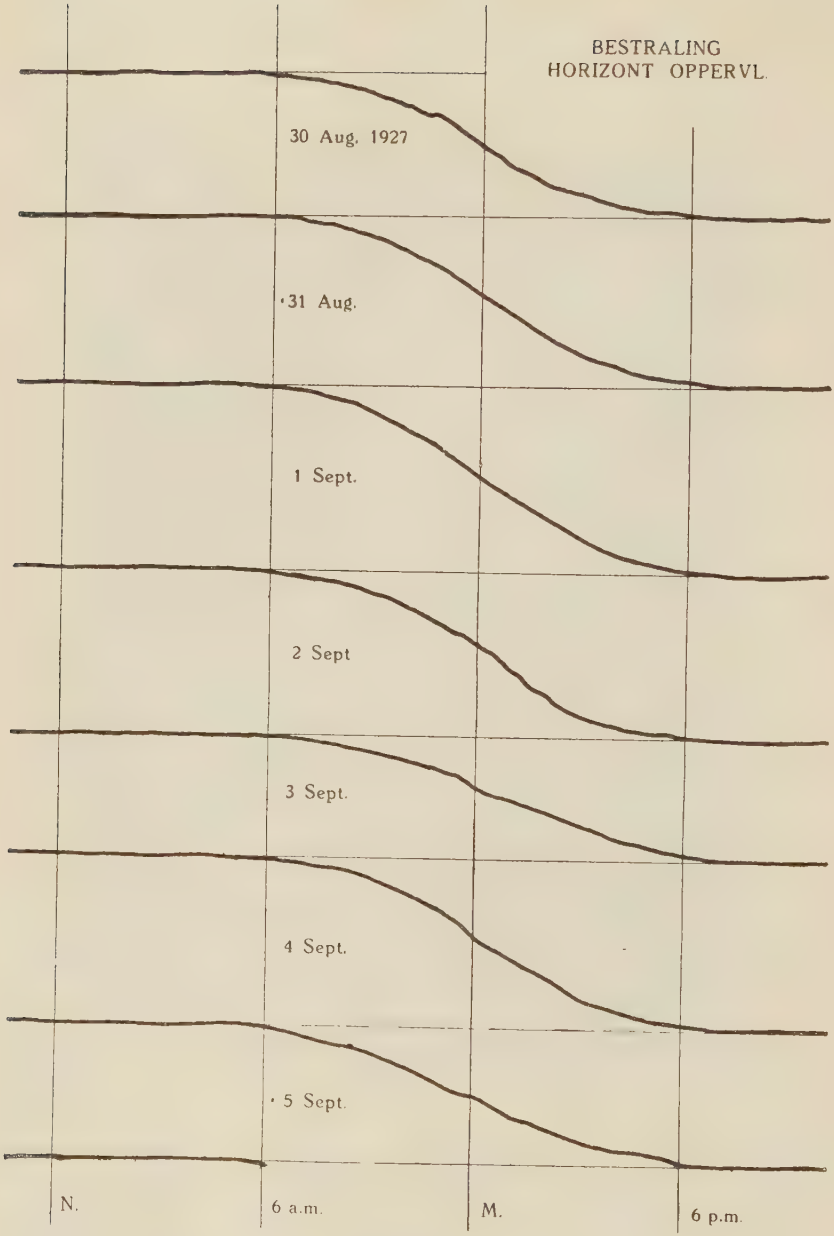

BESTRALING
HORIZONT OPPERVL.
30 Aug. 1927
31 Aug.
1 Sept.
2 Sept
3 Sept.
4 Sept.
5 Sept.
N.
6 a.m.
M.
6 p.m.

Fig. 4.

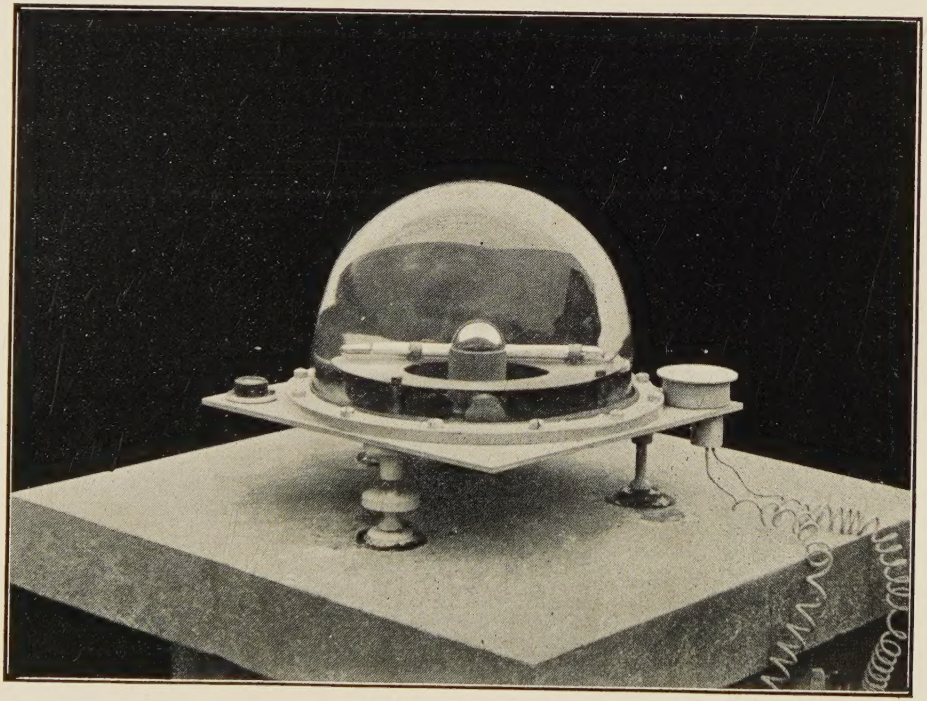


Fig. 5.

treft die van het licht in den regel belangrijk, doch draagt tot de fotosynthese der planten niet noemenswaard bij [1]). Het zou daarom voor plantkundige en landbouwkundige doeleinden juister zijn niet de totale zonnestralingsenergie en hare wisselingen te meten of te registreeren, maar alleen de *licht*-energie. Hiervoor wordt nu in den toestel van figuur 5 de zonnestraling, alvorens den eigenlijken solarimeter te bereiken, gezeefd door een laag gedestilleerd water van 10 cm. dikte, die zich tusschen de beide concentrische glazen halfbollen bevindt.

Aangezien de verhouding, waarin de lichte en de donkere stralen vertegenwoordigd zijn, aan vrij groote veranderingen onderhevig is, leveren de registreeringen van dezen toestel natuurlijk niet precies dezelfde dagcurven op als die met den solarimeter zonder water; anders zou trouwens de bedoelde wijziging van den toestel ook geen zin hebben. Het is daarom ook niet mogelijk den door BURGER gewijzigden solarimeter zoodanig te ijken, dat hij steeds het bedrag der totale zonnestraling in calorieën aangeeft. Mijn toestel heb ik zóó geijkt, dat zijn aanwijzingen bij helderen hemel en hoogen zonnestand juist overeenkomen met het aantal gramcalorieën per horizontalen cm². der totale lichte plus donkere straling. De bij andere stralingstoestanden gevonden waarden geven derhalve de heerschende lichtenergie in verhouding tot de lichtenergie bij de genoemde omstandigheden.

Het volgende tabelletje geeft de daggemiddelden voor de decaden en de maanden, die op deze wijze in 1926 en 1927 verkregen zijn.

	1926.				1927.			
	1e dec.	2e dec.	3e dec.	Gem.	1e dec.	2e dec.	3e dec.	Gem.
Maart	—	—	240	—	—	—	220	
April	265	320	265	*285*	205	265	295	*255*
Mei	335	300	365	*335*	455	390	360	*400*
Juni.	350	325	420	*365*	310	380	385	*360*
Juli.	365	460	365	*395*	370	320	365	*350*
Augustus. . . .	350	320	325	*330*	360	290	300	*320*
September . . .	225	280	190	*230*	245	155	230	*210*
October	150				195			

In de wintermaanden, als de fotosynthese voor de landbouwgewassen geen groote beteekenis heeft, worden de metingen ge-

[1]) Zie mijn verhandeling in de Ann. der Physik, 46, 1915, blz. 147. Volgens URSPRUNG in Ber. d. Deut. Bot. Ges. 2, 1918, blz. 100, eindigt de werking reeds in het rood, bij golflengte 0,73 micron.

staakt. Met het oog op mogelijk bevriezen van het water is de gewijzigde solarimeter in dien tijd ook niet bruikbaar, een bezwaar, dat trouwens door een electrisch verwarmde spiraaldraad in de watermassa te ondervangen zou zijn. Bij dreigende nachtvorst in het voorjaar is het voldoende om tegen den avond een waxinelichtje onder de koperen grondplaat van het instrument te plaatsen; een kapje van fijn kopergaas voorkomt dan, dat de wind het uitblaast. Afdekken van de bol is natuurlijk ook voldoende, als men maar zorg draagt den volgenden morgen tijdig het dek te verwijderen.

SUMMARY.

Discussion in favor of the use of solarimeters instead of sunshinerecorders (Campbell Stokes, Jordan) at meteorological stations, and of continuous records of the radiation from the whole sky on a horizontal surface.

Description of a recording instrument (micro-coulomb-recorder) of high sensitivity, that, in combination with a solarimeter, makes up a radio-integrator, fit for recording diagrams of the sums of radiation.